

installations de piscines, les nageurs de haut niveau présentent un risque accru de souffrir de problèmes respiratoires et irritatifs, vraisemblablement liés à la présence de trichloramines dans l'air. Aucun décès n'a été répertorié comme étant associé à la qualité des eaux récréatives au Québec. Néanmoins, une éclosion sur huit a mené à l'hospitalisation d'une ou de plusieurs personnes impliquées, illustrant la présentation parfois sévère des symptômes associés chez certains individus.

Les données sur l'exposition aux contaminants dans l'eau et dans l'air intérieur des installations récréatives aquatiques au Québec sont fragmentaires. Afin de bien estimer l'ampleur des risques à la santé pour la population, il importe de disposer de données sur l'exposition des usagers aux divers contaminants présents. Quelques études ont été menées au Québec sur l'exposition des usagers aux divers contaminants présents dans l'air intérieur et dans l'eau des installations récréatives aquatiques. Certaines de ces études ont toutefois plus de 20 ans et il est difficile d'établir si ces résultats sont toujours représentatifs de la réalité actuelle.

Risques associés aux plages et autres milieux naturels

La dermatite cercarienne est une problématique fréquente et ubiquitaire au Québec. Elle représente la maladie la plus fréquemment rapportée comme étant associée à la qualité des eaux récréatives au Québec. Bien que ses symptômes soient généralement relativement bénins, cette maladie peut potentiellement affecter un grand nombre de personnes en raison de son omniprésence dans la province. Des études réalisées au Québec ont permis d'illustrer que cette maladie affecte particulièrement les enfants ainsi que les personnes qui se baignent près du rivage.

Les contaminants microbiologiques d'origine fécale dans les eaux naturelles représentent une préoccupation importante à considérer. Aux États-Unis, les contaminants d'origine fécale sont les plus souvent responsables d'éclosions associées à la qualité de l'eau des plages. La majorité de ces éclosions a impliqué des bactéries (*Escherichia coli*, *Shigella* spp., *Campylobacter jejuni*), alors que les virus entériques ont causé au moins 12 % des éclosions (la plupart étant associées au norovirus). Les facteurs tels les accidents fécaux provenant des baigneurs et la contamination par les eaux usées sont souvent identifiés comme étant la cause dans la survenue d'éclosions en milieu naturel. Au Québec, aucune éclosion n'a été associée aux microorganismes d'origine fécale dans les milieux naturels. Ce constat pourrait notamment s'expliquer par le faible nombre d'analyses réalisées pour confirmer l'étiologie des éclosions, comme mentionné précédemment.

Les effets sur la santé causés par les cyanobactéries sont possiblement sous-rapportés. Quelques cas d'éclosions associées aux cyanobactéries et à leurs toxines ont été répertoriés aux États-Unis, ainsi qu'au Québec. Cependant, certaines études indiquent que les problèmes de santé associés pourraient être plus importants que ce qui est rapporté. Notamment, une étude réalisée au Québec a révélé la présence d'une association significative entre le contact récréatif secondaire dans des lacs affectés par des cyanobactéries et la survenue de symptômes gastro-intestinaux.

Risques associés aux piscines, pataugeoires et jeux d'eau

La gestion des désinfectants dans les bassins artificiels est complexe au regard de la santé. Les concentrations de désinfectants doivent être suffisamment élevées pour réduire ou éliminer la contamination microbiologique et assez faibles afin de limiter la formation de sous-produits de désinfection, en particulier dans les **bassins couverts**. Au Québec, ce sont les contaminants d'origine chimique qui ont été le plus fréquemment à l'origine d'éclosions dans les milieux artificiels. La plupart de ces éclosions étaient liées à un mauvais fonctionnement ou à un entretien déficient de l'installation. Aux États-Unis, *Cryptosporidium* spp. est nettement le contaminant le plus

parfois être asymptomatiques, par exemple celles à *Giardia* spp., ou encore au virus de l'hépatite A, lorsque contracté en bas âge (ANSES, 2012). Les endotoxines lipopolysaccharides (LPS), contenues dans la paroi cellulaire des **cyanobactéries**, pourraient également causer des symptômes gastro-intestinaux (Belleville *et al.*, 2010). Lévesque *et al.* (2016) ont d'ailleurs observé une association entre la présence d'endotoxines dans les eaux de trois lacs du Québec et ce type d'effets sur la santé.

2.3.2 RESPIRATOIRES

Des problèmes de santé respiratoire tels que les maladies respiratoires fébriles aiguës ont été associés à l'exposition aux **contaminants microbiologiques d'origine fécale** dans les eaux récréatives (NHMRC, 2008; OMS, 2003; Santé Canada, 2012). Selon une méta-analyse récente combinant des études réalisées dans des eaux naturelles (principalement marines) et en majorité contaminées, les baigneurs présentaient un risque accru de souffrir de symptômes respiratoires par rapport aux non-baigneurs (RC = 1,63; 95 % IC : 1,34-1,98) (Mannocci *et al.*, 2016).

Les contaminants **microbiologiques d'origine non fécale** peuvent également être responsables de problèmes de santé respiratoire chez les usagers. C'est le cas de *Legionella* spp., dont la présentation clinique peut prendre deux formes, soit la fièvre de Pontiac (syndrome pseudo-grippal bénin), et la maladie du légionnaire (affection pulmonaire plus grave) (ANSES, 2014). Les MNT peuvent aussi causer des symptômes respiratoires (ANSES, 2012, 2014; Santé Canada, 2012), en particulier chez les personnes immunodéprimées (ANSES, 2012).

Des effets sur la santé respiratoire ont aussi été associés à l'exposition aux **contaminants chimiques** retrouvés dans les installations récréatives aquatiques artificielles. Par exemple, lorsque manipulé incorrectement, le chlore peut représenter un contaminant pour lequel des risques à la santé ont été associés. L'exposition aiguë au chlore gazeux a ainsi été liée à divers symptômes tels que des essoufflements, des serremments à la poitrine, de la suffocation, des maux de tête, des nausées, et des vomissements (Schnebelen, 2000; Schnebelen et Bolduc, 2002).

Ce sont toutefois les trichloramines qui sont les plus souvent identifiés comme agents responsables de problèmes de santé respiratoire dans les bassins chlorés (Bougault et Boulet, 2013; Florentin *et al.*, 2011), notamment chez les nageurs de haut niveau, qui fréquentent régulièrement les installations de piscines. Dans une étude réalisée au Québec, des concentrations élevées de chloramines dans l'air des piscines ($\geq 0,37$ mg/m³) étaient associées à des symptômes respiratoires (symptômes respiratoires des voies inférieures) chez les nageurs (Lévesque *et al.*, 2004, 2006). Plusieurs études rapportées dans la revue réalisée par Teo *et al.* (2015) viennent confirmer ces données (Teo *et al.*, 2015).

Les effets sur la santé associés aux SPD chez les enfants et les adultes utilisant les piscines traitées pour les loisirs sont toutefois moins clairs. Pour les enfants, les études rapportées dans les revues descriptives consultées portant sur le lien entre les problèmes de santé respiratoire et la fréquentation des piscines arrivent à des résultats contradictoires. Alors que certaines rapportent un plus grand risque d'asthme, d'autres semblent plutôt indiquer qu'il n'existe pas d'association significative ou encore, que la baignade est plutôt associée à une réduction des symptômes d'asthme chez les enfants présentant une condition respiratoire préexistante (Bougault et Boulet, 2013; Manasfi *et al.*, 2017; Villanueva et Font-Ribera, 2012). De manière générale, les revues consultées ne permettent pas de conclure à la présence d'un risque accru d'asthme chez les enfants qui fréquentent les piscines (Uyan *et al.*, 2009; Villanueva et Font-Ribera, 2012).

survenues au Québec et associées aux eaux récréatives étaient liées à un mauvais fonctionnement ou entretien déficient de l'installation. Par ailleurs, une étude portant sur les intoxications au chlore dans les piscines publiques du Québec (Schnebelen, 2000; Schnebelen et Bolduc, 2002) est arrivée à la conclusion que la majorité des cas étaient attribuables au manque de connaissance du personnel responsable de l'entretien, entraînant des erreurs de manipulation des produits de désinfection. De plus, selon des données recueillies sur le territoire de l'Île-de-Montréal, 73 % des installations de piscines, pataugeoires et autres bassins artificiels ne respectaient pas les normes de désinfection au chlore (Christin, 2000). Similairement, les raisons évoquées dans les rapports des CDC pour expliquer les éclosions de nature chimique sont notamment des problèmes d'opération des systèmes automatisés de traitement de l'eau, le traitement inadéquat de l'eau et le manque de formation du personnel (Dziuban *et al.*, 2006; Hlavsa *et al.*, 2011; Yoder *et al.*, 2008).

Aux États-Unis, ce sont davantage les agents microbiologiques qui ont été responsables des éclosions survenues entre 2003 et 2012 dans les piscines. À l'instar des plages, ce sont ceux d'origine fécale qui ont été le plus souvent impliqués, en particulier les protozoaires. En effet, la majorité des éclosions rapportées comme étant associées aux eaux récréatives aux États-Unis ont été causées par *Cryptosporidium* spp. Les causes évoquées par les CDC pour expliquer certaines des éclosions survenues entre 2003 et 2008 sont notamment : la résistance de certains microorganismes aux traitements traditionnels, même si l'entretien est adéquat (p. ex. résistance de *Cryptosporidium* spp. au chlore), le manque de communication entre les membres du personnel responsable de l'opération des piscines, les comportements des baigneurs (p. ex. utilisation de la piscine, lorsque malade, avaler de l'eau, etc.) et le manque d'application des politiques visant à empêcher la baignade des personnes qui présentent des symptômes de gastro-entérites (Dziuban *et al.*, 2006; Hlavsa *et al.*, 2011; Yoder *et al.*, 2008).

En comparaison, seulement deux éclosions associées à *Cryptosporidium* spp. ont été rapportées dans des piscines au cours des dernières années au Québec. Des analyses biologiques ont permis de confirmer la présence de ce parasite chez les patients, mais aucune analyse de l'eau n'a été réalisée. La cryptosporidiose et la giardiase, qui sont des maladies à déclaration obligatoire, sont actuellement en augmentation dans la province. Seulement en 2016, 112 cas de cryptosporidiose ont été déclarés toute cause confondue pour l'ensemble de la province, ce qui est environ deux fois plus élevé que le nombre moyen de cas identifiés pour la période 2011-2015 (78 cas). Cependant, aucune information concernant l'exposition potentielle (p. ex. alimentation, eau potable, eaux récréatives) n'est disponible pour ces deux maladies (Gouvernement du Québec, 2017b) et il est possible que l'augmentation des cas soit attribuable à une recrudescence des analyses réalisées. Néanmoins, la différence observée entre le Québec et les États-Unis pourrait s'expliquer par une prévalence plus élevée de *Cryptosporidium* spp. dans les eaux récréatives aux États-Unis, mais également en partie par le faible nombre d'analyses environnementales et biologiques réalisées au Québec, comme mentionné précédemment.

Les pataugeoires et les jeux d'eau fréquentés par les jeunes enfants peuvent présenter un risque accru de transmission de contaminants d'origine fécale.

Les jeunes enfants présentent des caractéristiques qui augmentent le risque de transmission de contaminants d'origine fécale, notamment le port de couches et l'ingestion d'eau accrue. Selon une revue récente réalisée par le Centre de collaboration nationale en santé environnementale (CCNSE), *Cryptosporidium* spp. était, à l'instar des piscines, le principal agent responsable d'éclosions dans les jeux d'eau (Russell et Eykelbosh, 2017). Les autres causes évoquées par le CCNSE ainsi que les CDC afin d'expliquer les éclosions survenues dans les pataugeoires et les jeux d'eau sont notamment l'utilisation par des baigneurs infectés (p. ex. avec la diarrhée) et les problèmes de conception des installations (Dziuban *et al.*, 2006; Hlavsa *et al.*, 2011; Russell et Eykelbosh, 2017;

- CIRC. (2017). IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans - List of classifications, volumes 1-120. *International Agency for Research on Cancer*. Repéré à http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/latest_classif.php
- Côté, P.-A. (2005). *Guide d'exploitation des piscines et autres bassins artificiels*. Direction des politiques de l'eau, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. Repéré à <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/piscine/guide-exploitation.pdf>
- Daiber, E. J., DeMarini, D. M., Ravuri, S. A., Liberatore, H. K., Cuthbertson, A. A., Thompson-Klemish, A., ... Richardson, S. D. (2016). Progressive Increase in Disinfection Byproducts and Mutagenicity from Source to Tap to Swimming Pool and Spa Water: Impact of Human Inputs. *Environmental Science and Technology*, 50(13), 6652-6662.
- DeFlorio-Barker, S., Arnold, B. F., Sams, E. A., Dufour, A. P., Colford, J. M., Weisberg, S. B., ... Wade, T. J. (2017). Child environmental exposures to water and sand at the beach: Findings from studies of over 68,000 subjects at 12 beaches. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*.
- DeFlorio-Barker, S., Wing, C., Jones, R. M. et Dorevitch, S. (2018). Estimate of incidence and cost of recreational waterborne illness on United States surface waters. *Environmental Health: A Global Access Science Source*, 17(1), 3.
- Demers-Bouffard, D., Gosselin, P., Campagna, C. (2020). Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec, Édition 2020 – Chapitre La santé des individus et des communautés. Publications à venir.
- Dewailly, E., Poirier, C. et Meyer, F. M. (1986). Health hazards associated with windsurfing on polluted water. *American Journal of Public Health*, 76(6), 690-691.
- Dubé, M. et Lebel, G. (2013). RÉSUMÉ - Bilan des éclosions de maladies d'origine hydrique au Québec en 2012. *Bulletin d'information en santé environnementale (BISE)*. Repéré à <https://www.inspq.qc.ca/bise/resume-bilan-des-eclosions-de-maladies-d-origine-hydrique-au-quebec-en-2012>
- Dziuban, E. J., Liang, J. L., Craun, G. F., Hill, V., Yu, P. A., Painter, J., ... Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2006). Surveillance for waterborne disease and outbreaks associated with recreational water--United States, 2003-2004. *Morbidity and Mortality Weekly Report. Surveillance Summaries (Washington, D.C.: 2002)*, 55(12), 1-30.
- Fewtrell, L. et Kay, D. (2015). Recreational Water and Infection: A Review of Recent Findings. *Current environmental health reports*, 2(1), 85-94.
- Fisk, M. Z., Steigerwald, M. D., Smoliga, J. M. et Rundell, K. W. (2010). Asthma in swimmers: a review of the current literature. *The Physician and sportsmedicine*, 38(4), 28-34.
- Florentin, A., Hautemaniere, A. et Hartemann, P. (2011). Health effects of disinfection by-products in chlorinated swimming pools. *International journal of hygiene and environmental health*, 214(6), 461-9.
- Gérardin, F. (2016). Trichloramine: de l'émergence d'un risque aux solutions de prévention - Substances chimiques et agents biologiques. *Hygiène et sécurité du travail*, 245, 58-65.

- Lainesse, P. (1991). *Bilan des épisodes de maladies d'origine hydrique rapportés par les DSC du Québec en 1989 et 1990*. Québec : DSC - Hôtel-Dieu de Lévis. Repéré à <http://catalogue.santecom.qc.ca/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=28989>
- Lebel, G. et Dubé, M. (2016). *Bilan des éclosions de maladies d'origine hydrique au Québec: 2013-2014: rapport*. Montréal : Institut national de santé publique du Québec.
- Leclerc, J.-M. et Belles-Isles, J.-C. (2003). *Le Saint-Laurent et la santé humaine: l'état de la question II*. Santé Canada et Ministère de la santé et des services sociaux du Québec.
- Lévesque, B. (1992). *L'Impact du goéland à bec cerclé (Larus delawarensis) sur la qualité microbiologique d'une plage publique: une étude expérimentale* (édité par Centre hospitalier de l'Université Laval). Ste-Foy : Département de santé communautaire du Centre Hospitalier de l'Université Laval.
- Lévesque, B., Dewailly, E. et Boulianne, N. (1990). Étude descriptive de la dermatite cercarienne au Québec. *Canadian Journal of Public Health = Revue Canadienne De Santé Publique*, 81(4), 329-330.
- Lévesque, B., Duchesne, J.-F., Gingras, S., Lavoie, R., Prud'Homme, D., Bernard, E., ... Ernst, P. (2004). *Effets respiratoires de la natation en bassin intérieur pour les nageurs de compétition*. Québec : Institut national de santé publique.
- Lévesque, B., Duchesne, J.-F., Gingras, S., Lavoie, R., Prud'Homme, D., Bernard, E., ... Ernst, P. (2006). The determinants of prevalence of health complaints among young competitive swimmers. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 80(1), 32-39.
- Lévesque, B., Gervais, M.-C., Chevalier, P., Gauvin, D., Anassour-Laouan-Sidi, E., Gingras, S., ... Bird, D. (2014). Prospective study of acute health effects in relation to exposure to cyanobacteria. *The Science of the Total Environment*, 466-467, 397-403.
- Lévesque, B., Gervais, M.-C., Chevalier, P., Gauvin, D., Anassour-Laouan-Sidi, E., Gingras, S., ... Bird, D. (2016). Exposure to cyanobacteria: acute health effects associated with endotoxins.
- Lévesque, B., Prud'Homme, H., Laverdière, D. et Guerrier, P. (2000). *Éclosion de dermatites à Lac Beauport durant l'été 1999*. Direction de la santé publique de Québec.
- Lu, P., Yuan, T., Feng, Q., Xu, A. et Li, J. (2013). Review of swimming-associated cryptosporidiosis and *Cryptosporidium* oocysts removals from swimming pools. *Water Quality Research Journal of Canada (IWA Publishing)*, 48(1), 30-39.
- Manasfi, T., Coulomb, B. et Boudenne, J.-L. (2017). Occurrence, origin, and toxicity of disinfection byproducts in chlorinated swimming pools: An overview. *International Journal Of Hygiene And Environmental Health*, 220(3), 591-603.
- Mannocci, A., La Torre, G., Spagnoli, A., Solimini, A. G., Palazzo, C. et De Giusti, M. (2016). Is swimming in recreational water associated with the occurrence of respiratory illness? A systematic review and meta-analysis. *Journal of water and health*, 14(4), 590-599.
- MDDEFP. (2013). *Rapport sur l'opportunité de modifier le Règlement sur la qualité de l'eau des piscines et autres bassins artificiels*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs. Repéré à <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/piscine/Rapport-opportunite-mettreajour-reglement.pdf>

- Miller, A. et Russell, C. (2017). *Les cyanobactéries en eau douce*. Vancouver, CB : Centre de collaboration nationale en santé environnementale (CCNSE). Repéré à http://www.ccnse.ca/sites/default/files/Cyanobacteries_en_eau_douce-mai_2017.pdf
- MSSS. (2011). Pour une baignade saine dans un bain à remous public. *Ministère de la Santé et des Services sociaux*. Repéré à <http://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/document-000629/>
- MSSS. (2016). *Revue des événements affectant les découpages territoriaux du MSSS (2010-2019)*. Ministère de la Santé et des Services sociaux. Repéré à http://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/statistiques/decoupage-territorial/Doc7_Revue_evenements_territoriaux_MSSS_-2010-2019-_oct2016.pdf
- NHMRC. (2008). *Guidelines for Managing Risks in Recreational Water*. National Health and Medical Research Council. Repéré à <https://www.nhmrc.gov.au/files/nhmrc/publications/attachments/eh38.pdf>
- Nolin, B., Institut de la statistique du Québec, Kino-Québec et Institut national de santé publique du Québec (dir.). (2002). *Enquête québécoise sur l'activité physique et la santé 1998*. Sainte-Foy : Les publications du Québec.
- OMS. (2003). *Guidelines for safe recreational water environments - Volume 1 - Coastal and fresh waters*. Genève, Suisse : Organisation mondiale de la Santé. Repéré à http://www.who.int/water_sanitation_health/bathing/srwg1.pdf
- OMS. (2006). *Guidelines for safe recreational water environments - Volume 2 - Swimming pools and similar environments*. Genève, Suisse : Organisation mondiale de la Santé. Repéré à http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43336/1/9241546808_eng.pdf
- OMS. (2009). *Addendum to the WHO Guidelines for safe recreational water environments - Volume 1 - Coastal and fresh waters. List of agreed updates*. Genève, Suisse : Organisation mondiale de la Santé. Repéré à http://www.who.int/water_sanitation_health/resources/addendum_coastal.pdf
- Perkins, A. et Trimmier, M. (2017). Recreational Waterborne Illnesses: Recognition, Treatment, and Prevention. *American Family Physician*, 95(9), 554-560.
- Ouranos. (2018). Portraits climatiques. Repéré à <https://www.ouranos.ca/portraitsclimatiques/#/>
- Russell, C. et Eykelbosh, A. (2017). *Reconnaître et gérer les risques pour la santé publique des aires de jeux d'eau*. Centre de collaboration nationale en santé environnementale (CCNSE). Repéré à http://www.ccnse.ca/sites/default/files/Reconnaître_gérer_risques_sante_publique_aires_jeux_eau_aout_2017.pdf
- Ryan, U., Lawler, S. et Reid, S. (2017). Limiting swimming pool outbreaks of cryptosporidiosis - the roles of regulations, staff, patrons and research. *Journal of water and health*, 15(1), 1-16.
- Sanborn, M. et Takaro, T. (2013). Recreational water-related illness: office management and prevention. *Canadian family physician Medecin de famille canadien*, 59(5), 491-5.
- Santé Canada. (2012). *Recommandations au sujet de la qualité des eaux utilisées à des fins récréatives au Canada - 3e édition*. Ottawa (Ontario) : Gouvernement du Canada. Repéré à http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/pdf/pubs/water-eau/guide_water-2012-guide_eau/guide_water-2012-guide_eau-fra.pdf

- Schnebelen, M. (2000). Les intoxications au chlore dans les piscines publiques du Québec. *Bulletin d'information en santé environnementale (BISE)*, 11(4), 4-7.
- Schnebelen, M. et Bolduc, D. (2002). *Les intoxications aiguës au chlore dans les piscines publiques du Québec*. Montréal : Institut national de santé publique du Québec.
- Sinclair, R. G., Jones, E. L. et Gerba, C. P. (2009). Viruses in recreational water-borne disease outbreaks: a review. *Journal of Applied Microbiology*, 107(6), 1769-1780.
- Soldanova, M., Selbach, C., Kalbe, M., Kostadinova, A. et Sures, B. (2013). Swimmer's itch: etiology, impact, and risk factors in Europe. *Trends in parasitology*, 29(2), 65-74.
- Tardif, R., Catto, C., Haddad, S. et Rodriguez, M. (2015). *Évaluation de l'exposition des travailleurs aux sous-produits de désinfection en piscine intérieure au Québec*. Repéré à <http://www.irsst.qc.ca/publications-et-outils/publication/i/100799/n/exposition-sous-produits-desinfection-piscine-r-860>
- Teo, T. L. L., Coleman, H. M. et Khan, S. J. (2015). Chemical contaminants in swimming pools: Occurrence, implications and control. *Environment International*, 76, 16-31.
- Uyan Z.S., Carraro S., Piacentini G. et Baraldi E. (2009). Swimming pool, respiratory health, and childhood asthma: should we change our beliefs? *Pediatric Pulmonology*, 44(1), 31-37.
- Villanueva, C. M. et Font-Ribera, L. (2012). Health impact of disinfection by-products in swimming pools. *Annali dell'Istituto superiore di sanita*, 48(4), 387-96.
- WHO, UNESCO et UNEP. (1999). *Toxic cyanobacteria in water - A guide to their public health consequences, monitoring and management*. Repéré à http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/toxiccyanobact/en/
- Yau, V., Wade, T. J., Wilde, C. K. de et Colford, J. M. (2009). Skin-related symptoms following exposure to recreational water: a systematic review and meta-analysis. *Water Quality, Exposure and Health*, 1(2), 79-103.
- Yoder, J. S., Hlavsa, M. C., Craun, G. F., Hill, V., Roberts, V., Yu, P. A., ... Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2008). Surveillance for waterborne disease and outbreaks associated with recreational water use and other aquatic facility-associated health events-United States, 2005-2006. *Morbidity and Mortality Weekly Report. Surveillance Summaries (Washington, D.C.: 2002)*, 57(9), 1-29.
- Zamyadi, A., MacLeod, S. L., Fan, Y., McQuaid, N., Dorner, S., Sauvé, S. et Prévost, M. (2012). Toxic cyanobacterial breakthrough and accumulation in a drinking water plant: a monitoring and treatment challenge. *Water Research*, 46(5), 1511-1523.
- Zwiener, C., Richardson, S. D., DeMarini, D. M., Grummt, T., Glauner, T. et Frimmel, F. H. (2007). Drowning in disinfection byproducts? Assessing swimming pool water. *Environmental science & technology*, 41(2), 363-72.

Annexe 1

Stratégie de recherche documentaire

Critères d'inclusion

Types d'installations

Les installations visées par la recherche incluent toutes celles exploitées par un propriétaire public ou privé pour la baignade du public en général ou un groupe restreint du public (p. ex. installation de baignade dans un hôtel, un camping), que ce soit en milieu naturel (p. ex. plages) ou en milieu artificiel (p. ex. piscines, pataugeoires, jeux d'eau, spas). Les bassins privés de résidences unifamiliales, les bains flottants et les bains thérapeutiques (utilisés par exemple en milieu hospitalier ou en centre d'hébergement et de soins de longue durée) n'ont donc pas été considérés dans la recherche. Par ailleurs, seuls les spas alimentés avec de l'eau destinée à la consommation humaine ont été considérés. Ceux alimentés par d'autres types d'eau comme l'eau de mer et l'eau minérale ont été exclus.

Contaminants

La recherche portait sur les risques à la santé liés à l'exposition aux principaux agents chimiques ou microbiologiques présents dans l'eau (exposition par contact cutané et par ingestion) et dans l'air (exposition par inhalation) des bassins en milieu naturel et artificiel. Les contaminants émergents tels que les drogues et les médicaments n'ont donc pas été considérés.

La problématique des cyanobactéries et de leurs toxines dans les eaux récréatives a également été incluse dans la recherche. Cependant, seules les publications des organisations nationales et internationales reconnues ont été consultées sur ce sujet (p. ex. l'Organisation mondiale de la Santé [OMS], Santé Canada). Les travaux réalisés au Québec au cours des dernières années ont aussi été intégrés.

Risques à la santé

La recherche portait spécifiquement sur les risques à la santé associés à l'exposition aux contaminants chimiques et microbiologiques dans les eaux récréatives. Les risques liés à la sécurité (p. ex. : blessures, noyades) ou à d'autres paramètres physiques environnementaux (p. ex. : rayons ultraviolets, chaleur, etc.) ont été exclus de la recherche. Bien que les travailleurs (p. ex. responsables de l'entretien, sauveteurs) représentent, en raison du temps important passé dans les installations récréatives aquatiques, une population importante au regard de la prévention des risques à la santé, la santé au travail n'a pas été abordée dans ce projet. Enfin, les ressources (humaines, techniques, monétaires) nécessaires à la mise en place de ces mesures, qui peuvent limiter leur adoption, n'ont pas été évaluées.

Stratégie de recherche

Revue pertinentes publiées dans des journaux scientifiques

Vu la portée importante du sujet, il a été décidé de concentrer la recherche sur les principales revues pertinentes publiées dans des journaux scientifiques ainsi que les publications des principales organisations nationales et internationales reconnues. La recherche a été réalisée de manière à retenir les publications dont le terme « review » était présent dans le titre (TI) ou dans le type de publication (PT). Par ailleurs, les mots clés suivants devaient se retrouver dans le titre (TI) ou le résumé (AB) :

▪ "recreational water"	▪ "water park**"	▪ beach* AND water
▪ "bathing water"	▪ "interactive fountain**"	▪ (spa OR spas) AND water
▪ "swimming pool"	▪ "wading pool"	

Note : * correspond à des troncatures. Par exemple, « water park* » inclut également « water parks ».

Une recherche dans les bases de données MEDLINE (OVID), EMBASE (OVID) et Global Health (OVID) a été réalisée le 6 septembre 2017. Les requêtes effectuées et les résultats obtenus sont présentés ci-dessous :

#	Requête	Résultats
1	("recreational water" OR "bathing water" OR "swimming pool" OR (beach* AND water) OR ((spa OR spas) AND water) OR "water park*" OR "interactive fountain*" OR "wading pool").ti,ab.	9 655
2	Review.ti. OR review.pt.	4 894 858
3	1 AND 2	519

Une recherche dans la base de données Environment Complete (EBSCOhost) a également été réalisée le 6 septembre 2017. Les requêtes effectuées et les résultats obtenus sont présentés ci-dessous :

#	Requête	Résultats
S1	TI("recreational water" OR "bathing water" OR "swimming pool" OR (beach* AND water) OR ((spa OR spas) AND water) OR "water park*" OR "interactive fountain*" OR "wading pool") OR AB("recreational water" OR "bathing water" OR "swimming pool" OR (beach* AND water) OR ((spa OR spas) AND water) OR "water park*" OR "interactive fountain*" OR "wading pool")	8 680
S2	TI(review) OR PT(review)	3 807 290
S3	S1 AND S2	255

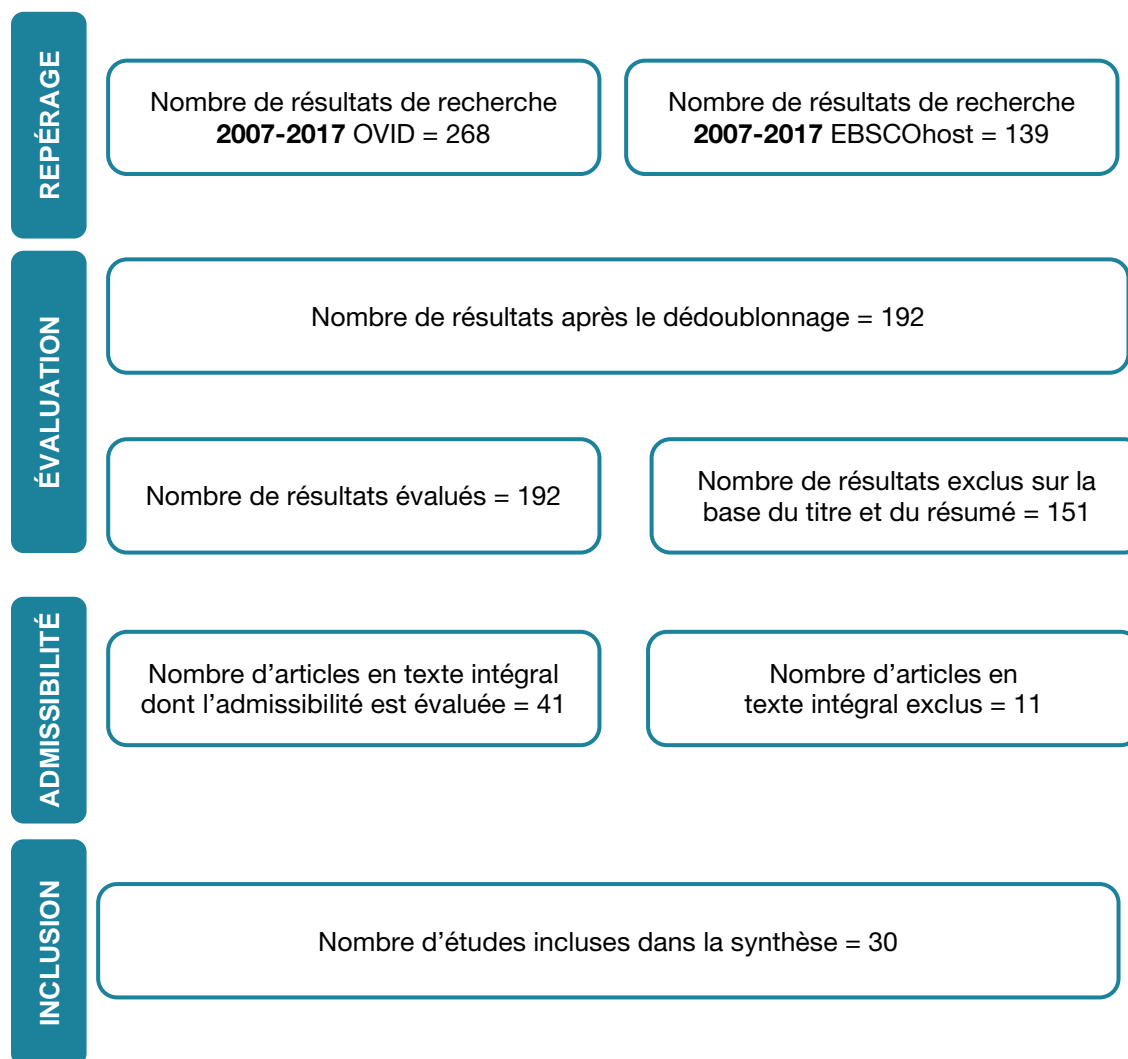
Seules les publications récentes (entre 2007 et 2017) ont été conservées dans la recherche. Les doublons, de même que les résultats ne faisant pas partie de la stratégie de recherche (p. ex. contaminants émergents, balnéothérapie, etc.) ont été supprimés. Similairement, les publications dont la langue n'était pas le français ou l'anglais, de même que les études réalisées dans un pays dont le contexte est très différent du Québec (en particulier à l'égard du climat ou des conditions sanitaires), ont aussi été supprimées. Les publications autres que des articles scientifiques (p. ex. résumés de congrès, présentations PowerPoint) ont été exclues. Enfin, toutes les publications dont le sujet était trop spécifique (p. ex. dose infectieuse de *P. aeruginosa*) de même que toutes les revues portant sur les cyanobactéries¹⁹ (à l'exception d'une publication récente jugée importante) ont été exclues. La pertinence des publications pour lesquelles il subsistait un doute a été validée avec un professionnel de l'INSPQ. Finalement, 30 articles scientifiques ont été conservés pour les besoins de ce projet.

Une recherche subséquente dans les bases de données MEDLINE (OVID), EMBASE (OVID), Global Health (OVID) et Environment Complete (EBSCOhost) a également été réalisée le 6 octobre 2017 en recherchant les termes « hot tub » et « water » dans le titre et le résumé des publications dont le terme « review » était présent dans le titre ou dans le type de publication. Au total, 14 publications ont été obtenues de la base de données OVID et 5 de la base de données EBSCOhost. Après avoir supprimé les doublons entre les bases de données, les doublons obtenus avec la recherche

¹⁹ Seules les publications provenant d'organisations nationales et internationales reconnues ont été conservées au sujet des cyanobactéries pour ce rapport, cette problématique ayant largement été couverte dans d'autres publications.

précédente réalisée le 6 septembre, ainsi que les publications non pertinentes, quatre articles ont été retenus. Ces quatre articles ont toutefois été supprimés, car ils ont été publiés avant 2007. Le nombre de références retenues aux diverses étapes de la recherche documentaire sont résumées à la figure A1.

Figure A1 Nombre de références retenues aux diverses étapes de la recherche documentaire réalisée pour le projet



Une étude récente (DeFlorio-Baker *et al.*, 2017), ne faisant pas partie des résultats de cette recherche, a également été ajoutée, car elle apportait des éclairages additionnels sur l'exposition (depuis l'eau et le sable) des enfants et des adultes qui fréquentent les plages. Cette étude a été repérée depuis la veille réalisée de manière hebdomadaire dans la base de données PubMed sur les eaux récréatives. Similairement, une étude réalisée au Québec sur les cyanobactéries a également été ajoutée, car elle fournissait des informations supplémentaires sur la présence de certaines cyanotoxines au Québec (Zamyadi *et al.*, 2012).

Publications produites par les organisations nationales et internationales reconnues

Les publications pertinentes produites ont été recherchées sur le site Internet des organisations consultées du 8 au 15 septembre 2017. Les mots clés suivants étaient recherchés, en français ou en anglais, selon la langue principale de l'organisation.

▪ eau récréative ou eau de baignade*	▪ plage	▪ spa ou bain à remous*
▪ piscine	▪ jeu d'eau	▪ pataugeoire

* selon le terme privilégié par l'organisation.

Les organisations qui ont été consultées incluaient :

- Les organisations québécoises et canadiennes, notamment :
 - Le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC);
 - Le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS);
 - L'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ);
 - Le Gouvernement du Canada (Santé Canada et l'Agence de santé publique du Canada);
 - Le Centre de collaboration nationale en santé environnementale (CCNSE);
 - Les sites gouvernementaux des autres principales provinces canadiennes (l'Ontario, la Colombie-Britannique et l'Alberta).
- Les organisations américaines, européennes et australiennes, en particulier:
 - Les Centers for Disease Control and Prevention (CDC), dont le bulletin Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR);
 - L'United States Environmental Protection Agency (US EPA);
 - L'Organisation mondiale de la Santé (OMS);
 - L'Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES);
 - Le National Health and Medical Research Council (NHMRC) et le Department of the Environment and Energy du Gouvernement de l'Australie.

Publications disponibles dans Santécom

Pour compléter les données recensées sur les éclosions survenues au Québec liées à la qualité des eaux récréatives, les résultats de diverses études québécoises ont été consultés. Pour retracer les documents, une recherche dans la base de données *Réseau Santécom* a été réalisée le 13 juillet 2016 avec les mots clés suivants : « eau récréative », « piscine », « plage », « chlore », « baignade », « dermatite », « natation », « pataugeoire », « cyanobactéries ». Considérant leur expérience dans le domaine, des membres de l'équipe de projet ont également été consultés afin de repérer certains rapports d'étude ou de recherche. Mis à part les bilans sur les éclosions, un total de 27 publications a été recensé.

Limites de la démarche

Les informations recueillies sont basées sur les principales revues réalisées dans le domaine. Il est possible que des études pertinentes portant sur la problématique, mais n'ayant pas fait l'objet d'une revue, n'aient pas été considérées dans la recherche. Les informations recueillies s'appuient sur les données disponibles, mais il demeure possible que celles-ci ne soient pas toujours le reflet de la réalité. Puisque l'objectif du rapport était de consulter les principales revues dans le domaine, les données présentées dans ce rapport s'appuient sur les conclusions de ces revues. Les articles cités dans ces dernières n'ont pas été consultés afin de valider les constats de ces revues.

Collecte de données pour la province du Québec

Le portrait québécois des éclosions d'origine hydrique associées à la qualité de l'eau des plages et autres plans d'eau en milieu naturel, des piscines, des pataugeoires et des jeux d'eau, ainsi que des spas, a été élaboré en consultant les sources disponibles.

Pour les données de 2005 à 2016, les données proviennent essentiellement des signalements d'éclosions reçus dans les directions de santé publique (DSPublique)²⁰. Bien que les éclosions de nature chimique pour lesquelles une seule personne a été impliquée soient rapportées par les DSPublique, celles-ci ont été exclues des données de 2005 à 2016 présentées dans ce rapport²¹. Il semble toutefois, après consultation des rapports produits antérieurement, que ces cas aient été inclus dans les bilans produits pour les éclosions survenues entre 1989 et 2000²². Les différents bilans produits pour les années 2005 à 2014 ont également été consultés :

- Canuel, M. et Lebel, G. (2009). *Surveillance des éclosions de maladies d'origine hydrique au Québec : bilan du 1er janvier 2005 au 31 décembre 2007*. Institut national de santé publique du Québec. Repéré à <https://www.inspq.qc.ca/publications/959>
- Canuel, M. et Lebel, G. (2009). Surveillance des éclosions des maladies d'origine hydrique, Québec, 2005-2007. *Bulletin d'information en santé environnementale*. Institut national de santé publique du Québec. Repéré à <https://www.inspq.qc.ca/bise/surveillance-des-eclosions-des-maladies-d-origine-hydrique-quebec-2005-2007>
- Canuel, M. et Lebel, G. (2010). Bilan des éclosions des maladies d'origine hydrique, Québec, 2008-2009. *Bulletin d'information en santé environnementale*. Institut national de santé publique du Québec. Repéré à <https://www.inspq.qc.ca/bise/bilan-des-eclosions-des-maladies-d-origine-hydrique-quebec-2008-2009>
- Canuel, M. et Lebel, G. (2013). Bilan des éclosions de maladies d'origine hydrique au Québec de 2010 à 2011. *Bulletin d'information en santé environnementale*. Institut national de santé publique du Québec. Repéré à <https://www.inspq.qc.ca/article-en-surveillance-bilan-des-eclosions-de-maladies-d-origine-hydrique-au-quebec-de-2010-2011>
- Dubé, M. et Lebel, G. (2013). Résumé scientifique - Bilan des éclosions de maladies d'origine hydrique au Québec en 2012. *Bulletin d'information en santé environnementale*. Institut national de santé publique du Québec. Repéré à <https://www.inspq.qc.ca/bise/bilan-des-eclosions-de-maladies-d-origine-hydrique-au-quebec-en-2012>
- Lebel, G. et Dubé, M. (2016). *Rapport - Bilan des éclosions de maladies d'origine hydrique au Québec : 2013-2014*. Institut national de santé publique du Québec. Repéré à <https://www.inspq.qc.ca/publications/2101>

Pour les données de 2001 à 2004 : les données sur les cas d'éclosion survenus au cours de cette période ne sont pas disponibles puisque les signalements auprès des DSPublique n'ont pas été recueillis pour ces années (Canuel et Lebel, 2009a).

²⁰ Aucune éclosion associée à la qualité des eaux récréatives n'a été répertoriée dans le registre ÉCLOSIONS du fichier MAD0 d'origine infectieuse (M. Dubé, communication personnelle, 3 octobre 2017).

²¹ Ceci correspond à l'approche utilisée pour les bilans d'éclosion d'origine hydrique réalisée pour les années 2005 à 2014.

²² Après consultation des bilans d'éclosions d'origine hydrique survenues entre 1989 et 2000 (Bolduc, 1994, 1998; Chagnon et Bolduc, 2000, 2001; Chagnon, Bolduc et Chaussé, 2003; Lainesse, 1991), une seule éclosion de nature chimique impliquant une personne a été identifiée en 1997 (Chagnon et Bolduc, 2000). La cause soupçonnée de cette éclosion, survenue par ingestion, est la présence de cuivre dans des fontaines réfrigérantes.

Pour les données avant 2001 : les rapports et autres publications réalisées par l'INSPQ à ce sujet ont été consultés, notamment :

- Bolduc, D. G. (1994). *Bilan des maladies d'origine hydrique signalées dans les directions régionales de la santé publique du Québec en 1991 et 1992 : Comité de santé environnementale du Québec*. Institut national de santé publique du Québec. Repéré à <http://www.santecom.qc.ca/Bibliothequevirtuelle/santecom/35567000003209.pdf>
- Bolduc, D. G. (1998). *Bilan des éclosions de maladies d'origine hydrique signalées dans les directions régionales de la santé publique du Québec en 1993, 1994 et 1995*. Institut national de santé publique du Québec.
- Chagnon, M. et Bolduc, D. G. (2000). *Bilan des éclosions de maladies d'origine hydrique signalées dans les directions régionales de la santé publique du Québec en 1996 et en 1997*. Institut national de santé publique du Québec. Repéré à https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/003_BilanEclosions_96_97.pdf
- Chagnon, M. et Bolduc, D. G. (2001). *Bilan des éclosions de maladies d'origine hydrique signalées dans les directions régionales de la santé publique du Québec en 1998 et en 1999*. Institut national de santé publique du Québec. Repéré à https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/034_Eclosions1998_1999.pdf
- Chagnon, M. et Bolduc, D. G. (2003). *Bilan des éclosions de maladies d'origine hydrique signalées dans les directions régionales de santé publique du Québec en 2000*. Institut national de santé publique du Québec. Repéré à https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/311-BilanMaladiesOrigineHydrique_DSP2000.pdf
- Laine, P. (1991). *Bilan des épisodes de maladies d'origine hydrique rapportées par les DSC du Québec en 1989 et 1990*. DSC – Hôtel-Dieu de Lévis.

Collecte de données pour le territoire nord-américain

Afin d'obtenir des données sur un bassin plus large de population et ainsi compléter les données sur les éclosions associées à la qualité des eaux récréatives recensées au Québec, il a été décidé de présenter les informations disponibles à l'échelle nord-américaine²³. La période de dix ans comprise entre 2003 et 2012 est celle qui a été choisie pour présenter les données en raison de changements apportés dans la méthodologie de cueillette et de présentation des informations à partir de 2003 (voir annexe 5). Les données ont été obtenues en grande partie à partir des rapports de surveillance publiés par les CDC dans le *Morbidity and Mortality Weekly Report* (MMWR), qui sont présentés ci-dessous²⁴ :

- Dziuban, E. J., Liang, J. L., Craun, G. F., Hill, V., Yu, P. A., Painter, J., ... Centers for Disease Control and Prevention. (2006). Surveillance for waterborne disease and outbreaks associated with recreational water--United States, 2003-2004. *Morbidity and Mortality Weekly Report. Surveillance Summaries*, 55(12), 1-30. Repéré à <https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/ss5512a1.htm>

²³ Il n'existe pas de système d'information sur les données à l'échelle canadienne à notre connaissance.

²⁴ Ces rapports sont, pour la plupart, disponibles sur la page Internet dédiée à la surveillance des éclosions liées à l'eau récréative du MMWR. Repéré à <https://www.cdc.gov/healthywater/surveillance/rec-water-surveillance-reports.html>.

- Hlavsa, M. C., Roberts, V. A., Anderson, A. R., Hill, V. R., Kahler, A. M., Orr, M., ... Yoder, J. S. (2011). Surveillance for waterborne disease outbreaks and other health events associated with recreational water - United States, 2007-2008. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 60(12), 1-32. Repéré à https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/ss6012a1.htm?s_cid=ss6012a1_w
- Hlavsa, M. C., Roberts, V. A., Kahler, A. M., Hilborn, E. D., Mecher, T. R., Beach, M. J., Wade, T. J. et Yoder, J. S. (2015). Outbreaks of Illness Associated with Recreational Water — United States, 2011–2012. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 64(24), 668-672. Repéré à https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm6424a4.htm?s_cid=mm6424a4_w
- Hlavsa, M. C., Roberts, V. A., Kahler, A. M., Hilborn, E. D., Wade, T. J., Backer, L. C., Yoder, J. S. (2014). Recreational water-associated disease outbreaks-United States, 2009-2010. *Morbidity and mortality weekly report*, 63(1), 6-10. Repéré à https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm6301a2.htm?s_cid=mm6301a2_w
- Yoder, J. S., Hlavsa, M. C., Craun, G. F., Hill, V., Roberts, V., Yu, P. A., ... Beach, M. J. (2008). Surveillance for waterborne disease and outbreaks associated with recreational water use and other aquatic facility-associated health events-United States, 2005-2006. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 57(9), 1-29. Repéré à <https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/ss5709a1.htm>

Les limites de la démarche

Les informations rapportées sur les éclosions associées à la qualité des eaux récréatives au Québec sont à utiliser avec prudence. Par exemple, une fréquence plus élevée d'éclosions pour certains types d'installations (p. ex. installations publiques par rapport aux installations privées) n'indique pas nécessairement que l'eau est de moins bonne qualité, et pourrait plutôt révéler que les éclosions sont davantage rapportées aux DSPublique, comme énoncé par (Bolduc, 1994).

Similairement, bien que certaines régions du Québec semblent présenter un plus grand nombre d'éclosions associées à la qualité des eaux récréatives au cours des dernières années, cela ne signifie pas que ce sont celles où la majorité s'est réellement produite. Ce constat pourrait simplement indiquer une sensibilité de détection variable ou un accès distinct aux ressources professionnelles (p. ex. réalisation d'une enquête, analyses de laboratoire) comme mentionné précédemment (Canuel et Lebel, 2009a, 2009b). La connaissance et la sensibilité de la population et des responsables d'installations de baignade à l'égard de la problématique sont un autre facteur important à la détection des éclosions.

Il convient également de noter que les éclosions d'origine hydrique survenues au Québec ainsi qu'aux États-Unis sont rapportées aux autorités de santé publique sur une base volontaire (à l'exception des éclosions associées à des maladies à déclaration obligatoire telles que la cryptosporidiose, qui doivent être rapportées au Québec). Conséquemment, il est fort probable que ce contexte contribue à la sous-estimation du nombre d'éclosions réellement survenues et dépend de plusieurs facteurs tels que les ressources humaines et l'expertise disponible.

Annexe 3

**Résumé des particularités propres aux différents types
de bassins en milieux naturel et artificiel qui
les rendent vulnérables à la contamination**

Plages et autres plans d'eau en milieu naturel

L'eau ne subit aucun traitement et est exposée aux divers aléas naturels (p. ex. pluies abondantes, chaleur) qui influencent la présence et les concentrations de contaminants. Par ailleurs, la présence d'animaux, de même que la proximité de sources de contamination telles que les rejets d'eaux usées et les pâturages, peuvent avoir un impact sur la qualité de l'eau. Le sable pourrait également agir comme réservoir de microorganismes d'origine fécale (Halliday et Gast, 2011) et les baigneurs contribueraient à la resuspension de sédiments contaminés (Fewtrell et Kay, 2015).

Piscines

Les types de traitement de l'eau (p. ex. ozonation, filtration, chloration) et leur manipulation, ou la présence de défaillance dans les mesures de contrôle appliquées (p. ex. panne du système de traitement) peuvent influencer les concentrations de contaminants microbiologiques ou chimiques dans l'eau ainsi que dans l'air intérieur des installations. La conception, l'opération et l'entretien des installations (p. ex. l'hygiène des lieux, l'opération des systèmes de ventilation) peuvent aussi influencer les contaminants présents. Des pathogènes résistants au chlore tels que les oocystes de *Cryptosporidium* spp. sont susceptibles de s'y trouver, et ce, même dans les installations bien entretenues (Hlavsa *et al.*, 2011; Yoder *et al.*, 2008).

Pataugeoires et jeux d'eau

Les pataugeoires sont des bassins d'eau peu profonds (Kosatsky *et al.*, 1988), alors que les jeux d'eau se présentent comme des installations artificielles où l'eau est aspergée ou vaporisée sur les usagers (Russell et Eykelbosh, 2017). Ils sont surtout fréquentés par de jeunes enfants, dont l'hygiène peut être limitée et dont certains portent des couches, ce qui les rend particulièrement vulnérables à la contamination d'origine humaine (Kosatsky *et al.*, 1988). Les jeux d'eau à recirculation sont plus vulnérables à la contamination, l'eau recueillie étant traitée et réutilisée (Russell et Eykelbosh, 2017). Ils ont également de plus petits volumes d'eau par rapport au nombre d'occupants, compliquant ainsi la désinfection (Sinclair *et al.*, 2009). La présence de vaporisateurs pourrait aussi représenter un risque de transmission de maladies respiratoires telles que la légionellose, bien qu'aucune éclosion associée à cet agent n'ait été documentée (Russell et Eykelbosh, 2017).

Spas

L'eau est tenue à une température élevée, favorisant ainsi, le développement de bactéries thermophiles telles que *Pseudomonas aeruginosa* et *Legionella* spp. (ANSES, 2014; Hlavsa *et al.*, 2011). La température élevée de l'eau, de même que le petit volume d'eau par rapport au nombre de baigneurs, complique le maintien d'une concentration adéquate de désinfectants (Hlavsa *et al.*, 2011; OMS, 2006), favorise la formation de biofilms et accroît la formation de sous-produits de désinfection (ANSES, 2014). Comparativement aux piscines, la tête est généralement gardée hors de l'eau, ce qui limite le risque d'infection par des microorganismes pathogènes entériques, qui sont transmis principalement par ingestion (ANSES, 2014). Les spas sont également caractérisés par une importante promiscuité des baigneurs, qui peut favoriser la transmission de certains microorganismes pathogènes (ANSES, 2014).

Références

- Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. (2012). *Évaluation des risques sanitaires liés aux piscines - Partie 1 : piscines réglementées*. France, Paris : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Repéré à <https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2007sa0409Ra.pdf>
- Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. (2014). *Évaluation des risques sanitaires liés aux piscines - Partie 2 : bains à remous*. France, Paris : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Repéré à <https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2007sa0409Ra-2.pdf>
- Fewtrell, L., et Kay, D. (2015). Recreational Water and Infection: A Review of Recent Findings. *Current Environmental Health Reports*, 2(1), 85-94.
- Halliday, E., et Gast, R. J. (2011). Bacteria in beach sands: an emerging challenge in protecting coastal water quality and bather health. *Environmental science & technology*, 45(2), 370-9.
- Hlavsa, M. C., Roberts, V. A., Anderson, A. R., Hill, V. R., Kahler, A. M., Orr, M., ... Yoder, J. S. (2011). Surveillance for waterborne disease outbreaks and other health events associated with recreational water - United States, 2007-2008. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 60(12), 1-32.
- Kosatsky, T., André, D., Gélinas, J., Melnychuk, D., Rousseau, R., Gosselin, F., ... Laurence, R. A. (1988). *Qualité de l'eau dans les patageoires publiques*. Montréal : Le regroupement des départements de santé communautaire du Montréal métropolitain.
- Organisation mondiale de la Santé. (2006). *Guidelines for safe recreational water environments - Volume 2 - Swimming pools and similar environments*. Genève, Suisse : Organisation mondiale de la Santé. Repéré à http://www.who.int/water_sanitation_health/bathing/srwe2full.pdf
- Russell, C., et Eykelbosh, A. (2017). *Reconnaître et gérer les risques pour la santé publique des aires de jeux d'eau*. Centre de collaboration nationale en santé environnementale. Repéré à http://www.ccnse.ca/sites/default/files/Reconnaître_gérer_risques_santé_publique_aires_jeux_eau_aout_2017.pdf
- Santé Canada. (2012). *Recommandations au sujet de la qualité des eaux utilisées à des fins récréatives au Canada - 3^e édition*. Ottawa, Ontario : Gouvernement du Canada. Repéré à <https://www.canada.ca/fr/santé-canada/services/publications/vie-saine/recommandations-sujet-qualite-eaux-utilisees-fins-recreatives-canada-troisieme-edition.html>
- Sinclair, R. G., Jones, E. L. et Gerba, C. P. (2009). Viruses in recreational water-borne disease outbreaks: a review. *Journal of Applied Microbiology*, 107(6), 1769-1780.
- Yoder, J. S., Hlavsa, M. C., Craun, G. F., Hill, V., Roberts, V., Yu, P. A., ... Beach, M. J. (2008). Surveillance for waterborne disease and outbreaks associated with recreational water use and other aquatic facility-associated health events-United States, 2005-2006. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 57(9), 1-29. Repéré à <https://www.cdc.gov/MMWR/preview/MMWRhtml/ss5709a1.htm>

Annexe 4

**Principaux contaminants susceptibles
de se retrouver dans les eaux récréatives**

Tableau A1 Principaux contaminants microbiologiques dont l'origine est à prédominance fécale susceptibles de se retrouver dans les eaux récréatives au Québec

Agents	Milieux où l'agent est susceptible de se trouver	Sources du contaminant
Virus entériques	Milieux naturels (eaux marines et eaux douces) (Santé Canada, 2012) et artificiels (piscines) (ANSES, 2012).	Plus d'une centaine de virus entériques peuvent se retrouver dans les matières fécales (Santé Canada, 2012). En milieu naturel, leur présence dans les eaux récréatives provient principalement des eaux usées (p. ex. trop plein d'égouts unitaires) et des accidents fécaux (Fewtrell et Kay, 2015; NHMRC, 2008; OMS, 2003). Les baigneurs, en particulier les jeunes enfants, sont donc aussi une source de contamination (Santé Canada, 2012).
Bactéries		
<i>Campylobacter</i> spp.	Milieux naturels (OMS, 2003; Santé Canada, 2012) et artificiels (ANSES, 2012).	Il est considéré un zoopathogène (OMS, 2003; Santé Canada, 2012). L'oiseau est le principal réservoir naturel (ANSES, 2012), mais il peut aussi provenir des selles humaines ou d'autres animaux (OMS, 2003; Santé Canada, 2012). Les aires extérieures sont donc particulièrement susceptibles à la contamination (ANSES, 2012). Les espèces <i>C. jejuni</i> et <i>C. coli</i> sont les plus préoccupantes pour la santé humaine en milieu aquatique (OMS, 2003; Santé Canada, 2012). Sensible au chlore (ANSES, 2012), sa température de croissance optimale est de 42 °C (OMS, 2003; Santé Canada, 2012).
<i>Escherichia coli</i> entérohémorragique (EHEC)	Milieux naturels (Santé Canada, 2012) et artificiels (OMS, 2006; ANSES, 2012).	<i>Escherichia coli</i> provient des matières fécales (OMS, 2006) et est présent dans l'intestin de tous les humains et les animaux (ANSES, 2012). Les souches EHEC se caractérisent par la production de shiga-toxines, similaires à celles produites par <i>Shigella dysenteriae</i> (Santé Canada, 2012). Elles proviennent principalement des bovins, suivi des humains (Santé Canada, 2012). Ainsi, les souches <i>E. coli</i> O157 seraient considérées comme des zoonoses (Barna et Kadar, 2012).
<i>Salmonella</i> spp.	Souvent retrouvée dans les eaux de surface à l'exception des espèces <i>S. typhi</i> et <i>S. paratyphi</i> , qui sont rarement retrouvés en milieux naturels (Santé Canada, 2012).	Cette bactérie est considérée comme un zoopathogène (Santé Canada, 2012). Les espèces non typhoïdes sont présentes chez les animaux tels que les bovins, les oiseaux, les rongeurs, les chiens et les chats. L'humain (individus infectés) est toutefois considéré comme la source principale de <i>S. typhi</i> et <i>S. paratyphi</i> , qui peuvent causer des manifestations cliniques graves (fièvre entérique) (Santé Canada, 2012).
<i>Shigella</i> spp.	Milieux naturels et artificiels	Ces bactéries proviennent des humains (ANSES, 2012). Les deux espèces d'importance sont <i>S. sonnei</i> et <i>S. flexneri</i> , qui ont été mises en cause dans la plupart des infections à <i>Shigella</i> en Amérique du Nord (Santé Canada, 2012).

Tableau A1 Principaux contaminants microbiologiques dont l'origine est à prédominance fécale susceptibles de se retrouver dans les eaux récréatives au Québec (suite)

Agents	Milieux où l'agent est susceptible de se trouver	Sources du contaminant
Protozoaires		
<i>Cryptosporidium</i> spp.	Milieux naturels et artificiels	Les sources principales sont les humains et les animaux, en particulier les bovins (ANSES, 2012; Santé Canada, 2012). Il est disséminé sous forme d'oocystes dans l'environnement, ce qui lui confère une très grande résistance aux stress environnementaux (OMS, 2006; Santé Canada, 2012). Ce sont surtout les espèces <i>C. parvum</i> et <i>C. hominis</i> qui ont été impliquées dans la transmission par les eaux récréatives (Chalmers, 2012).
<i>Giardia</i> spp.	Peut être retrouvé en milieux naturels et artificiels	Les sources sont les matières fécales de l'humain et des animaux (ANSES, 2012). Excrété sous forme de kystes dans l'environnement, il est très résistant aux stress environnementaux (OMS, 2006; Santé Canada, 2012).

EHEC : *Escherichia coli* entérohémorragiques.

Tableau A2 Principaux contaminants microbiologiques dont l'origine est à prédominance non fécale susceptibles de se retrouver dans les eaux récréatives au Québec

Agents	Milieux où l'agent est susceptible de se trouver	Sources du contaminant
Bactéries		
<i>Aeromonas</i> spp.	Milieux naturels (eaux douces et marines) (OMS, 2003; Santé Canada, 2012) et artificiels (piscines) (ANSES, 2012).	Cette bactérie est naturellement présente dans les milieux aquatiques (Santé Canada, 2012). Bien qu'il ne soit pas associé à de la pollution fécale, il peut être présent dans les eaux usées (OMS, 2003; Santé Canada, 2012).
<i>Legionella</i> spp.	Milieux naturels (eaux douces) (ANSES, 2012; Santé Canada, 2012) et artificiels (piscines et bains à remous) (ANSES, 2012).	Cette bactérie est présente naturellement dans les eaux douces (ANSES, 2012; Santé Canada, 2012). <i>L. pneumophila</i> est l'espèce la plus souvent impliquée dans des infections chez l'humain (OMS, 2006; Santé Canada, 2012) et un des pathogènes les plus rapportés dans les installations artificielles (Barna et Kadar, 2012). Sa croissance est favorisée à des températures au-delà de 25 °C (ANSES, 2014) telles que retrouvées dans les bains à remous. En effet, elle peut croître dans les spas mal entretenus, de même que dans les systèmes de ventilation (ANSES, 2012). <i>L. pneumophila</i> présente par ailleurs la capacité à proliférer dans des protozoaires (ANSES, 2012, 2014; Barna et Kadar, 2012; Santé Canada, 2012) et à s'accumuler dans des biofilms (ANSES, 2014).

Tableau A2 Principaux contaminants microbiologiques dont l'origine est à prédominance non fécale susceptibles de se retrouver dans les eaux récréatives au Québec (suite)

Agents	Milieux où l'agent est susceptible de se trouver	Sources du contaminant
Bactéries		
<i>Leptospira</i> spp.	Milieux naturels (eaux douces) (OMS, 2003; Santé Canada, 2012).	Les espèces libres sont associées aux milieux en eau douce (OMS, 2003; Santé Canada, 2012), alors que les pathogènes vivent dans les reins des animaux infectés, en particulier des petits rongeurs (OMS, 2003, 2006; Santé Canada, 2012). Ils sont ainsi considérés des zoonoses (Barna et Kadar, 2012; Santé Canada, 2012). Les cas rapportés aux États-Unis sont surtout dans les régions où le climat est tropical ou tempéré (Perkins et Trimmier, 2017).
Mycobactéries non tuberculeuse	Milieux naturels (eaux douces) et artificiels (piscines, pataugeoires (ANSES, 2012; Santé Canada, 2012) et bains à remous) (OMS, 2006).	Ces bactéries sont présentes naturellement dans l'environnement (Santé Canada, 2012), surtout dans l'eau et le sol (ANSES, 2014). <i>M. avium</i> , <i>M. intracellulare</i> (qui provoquent des troubles respiratoires) ainsi que <i>M. marinum</i> et <i>M. kansasii</i> (responsables d'infections cutanées) sont les espèces les plus souvent liées aux eaux récréatives (OMS, 2003; Santé Canada, 2012). Ces bactéries présentent une bonne résistance au chlore, soit de 100 à 330 fois plus grande que <i>E. coli</i> (ANSES, 2012). Les cas d'exposition ont surtout été associés aux milieux artificiels (OMS, 2003; Santé Canada, 2012).
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Milieux naturels (eaux douces et marines) (Hunter, 1997 dans [OMS, 2003; Santé Canada, 2012]) et artificiels (piscines, spas) (ANSES, 2012).	Cette bactérie est ubiquitaire dans l'eau, le sol et les végétaux (ANSES, 2012, 2014; OMS, 2006). Dans les piscines, les baigneurs seraient toutefois la principale source (Barna et Kadar, 2012; OMS, 2006). Elle peut se développer dans les endroits humides et chauds des piscines (p. ex. bancs, drains, planchers). Elle peut aussi s'accumuler dans les biofilms des filtres mal entretenus (ANSES, 2012; OMS, 2006).
<i>Staphylococcus aureus</i>	Milieux artificiels (piscines) (ANSES, 2012).	Cette bactérie fait partie de la flore de la peau et des voies nasales (ANSES, 2012; OMS, 2006; Santé Canada, 2012). Les baigneurs sont ainsi la principale source dans les eaux récréatives (OMS, 2003; Santé Canada, 2012). La quantité émise dans l'eau dépendrait de l'hygiène des baigneurs (ANSES, 2012). Cette bactérie peut aussi être présente dans les selles de certaines personnes et donc, dans les eaux usées et pluviales (OMS, 2003; Santé Canada, 2012). Elle n'est pas considérée comme naturellement présente dans l'eau (OMS, 2003; Santé Canada, 2012).

Tableau A3 Principaux sous-produits de désinfection susceptibles de se retrouver dans les eaux récréatives

Agents	Milieux où l'agent est susceptible de se trouver	Propriétés
AHA	Ces composés sont non volatils et présents surtout dans l'eau (ANSES, 2012; Tardif <i>et al.</i> , 2015)	Ils sont présents en concentrations plus importantes dans l'eau traitée par rapport aux THM (Carter et Joll, 2017; Manasfi <i>et al.</i> , 2017). Ceci est aussi vrai pour les piscines du Québec, où les AHA étaient les composés présents en plus grandes concentrations dans l'eau (Tardif <i>et al.</i> , 2015). Les AHA les plus abondants dans les piscines chlorées seraient les acides dichloroacétiques (DCAA) et les acides trichloroacétiques (TCAA) (Carter et Joll, 2017; Florentin <i>et al.</i> , 2011). La principale voie d'exposition est l'ingestion (Zwiener <i>et al.</i> , 2007).
Chloramines	Les monochloramines sont plus présentes dans l'eau (Tardif <i>et al.</i> , 2015). Les trichloramines, très volatiles, se retrouvent majoritairement dans l'air (ANSES, 2012; Gérardin, 2016; Tardif <i>et al.</i> , 2015; Teo <i>et al.</i> , 2015).	Parmi cette classe de sous-produits de chloration, les monochloramines et les dichloramines sont plus instables et réagissent rapidement pour se transformer en trichloramines (ANSES, 2012). La trichloramine est la substance d'intérêt parmi les chloramines, car elle est retrouvée de façon majoritaire et reconnue pour ses effets irritatifs (ANSES, 2012; Carter et Joll, 2017).
HAN	Ces produits faiblement volatils sont surtout retrouvés dans l'eau (ANSES, 2012).	Ces substances sont des sous-produits des THM et des AHA (ANSES, 2012). Elles sont considérées comme des SPD émergents et sont retrouvées en concentrations importantes dans les piscines du Québec (Tardif <i>et al.</i> , 2015). Selon (Florentin <i>et al.</i> , 2011), ils feraient partie, avec les chloramines, les THM et les AHA, des SPD majeurs.
Ions bromates	Ces composés sont solubles dans l'eau (ANSES, 2012).	Les ions bromates sont issus de la réaction du chlore avec les ions bromures présents dans les solutions de sels d'hypochlorites (ANSES, 2012). Le traitement à l'ozone conduit également fort probablement à la formation d'ions bromates en présence de brome dans l'eau, bien que le pH puisse influencer cette réaction (Chowdhury <i>et al.</i> , 2014). L'ANSES suggère des seuils à ne pas dépasser très faibles (quelques µg/l) et précise que davantage de données devraient être recueillies sur ce composé afin de mieux caractériser le risque (ANSES, 2012).
NDMA	Ce produit faiblement volatil est surtout retrouvé dans l'eau. Il peut aussi se retrouver dans l'air, par les particules de poussières (ANSES, 2012).	Il est considéré comme un sous-produit de désinfection émergent (Tardif <i>et al.</i> , 2015). Dans les bassins chlorés, les NDMA seraient plus élevés dans les spas par rapport aux piscines. L'ANSES suggère des seuils à ne pas dépasser très faibles (< 1 µg/l) et précise que davantage de données devraient être recueillies sur ce composé afin de mieux caractériser le risque (ANSES, 2012).

Tableau A3 Principaux sous-produits de désinfection susceptibles de se retrouver dans les eaux récréatives (suite)

Agents	Milieux où l'agent est susceptible de se trouver	Propriétés
THM	Ces composés sont très volatils (OMS, 2006; Tardif <i>et al.</i> , 2015). Ils peuvent se retrouver dans l'eau et dans l'air (ANSES, 2012).	Cette classe de sous-produits de chloration inclut notamment le chloroforme, le bromoforme et le dibromochlorométhane (ANSES, 2012; Tardif <i>et al.</i> , 2015). Parmi les THM, le chloroforme est le produit majoritaire dans les piscines chlorées (Carter et Joll, 2017). Dans l'étude de Tardif <i>et al.</i> (2015) réalisée dans 41 piscines du Québec, le chloroforme était également, en moyenne, le composé le plus abondant parmi les THM présents dans l'eau et dans l'air. Toutefois, dans certains bassins, les concentrations de THM bromés dépassaient celles du chloroforme. Selon les auteurs, ces THM bromés, dont les concentrations étaient beaucoup plus élevées que celles rapportées dans la littérature, auraient pour origine les sources d'eau alimentant les piscines investiguées.

ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail, AHA : Acides haloacétiques, HAN : Haloacétonitriles, NDMA : N-nitrosodiméthylamine, SPD : Sous-produit de désinfection, THM : Trihalométhanes

Tableau A4 Principales cyanotoxines susceptibles de se trouver dans les eaux récréatives

Types de cyanotoxine	Milieux où les toxines sont susceptibles de se trouver	Bactéries productrices de toxines
Anatoxines (neurotoxines)	Elles sont moins fréquentes que les microcystines; la présence de fleurs d'eau contenant des cyanobactéries produisant des anatoxines n'a pas beaucoup été rapportée en Amérique du Nord (Santé Canada, 2012).	Elles ont été retrouvées dans les cyanobactéries appartenant aux genres <i>Anabaena</i> , <i>Oscillatoria</i> et <i>Aphanizomenon</i> (Santé Canada, 2012; WHO, UNESCO et UNEP, 1999).
Cylindrospermopsines (hépatotoxines)	Elles sont présentes surtout dans les régions tropicales et subtropicales. Leur présence a été rapportée régulièrement dans les eaux douces d'Australie, d'Amérique du Sud, d'Amérique centrale et de la Floride (Santé Canada, 2012). En Amérique du Nord, elles ont été détectées dans certains États au Nord des États-Unis (dont le Michigan), au Manitoba (Santé Canada, 2012) ainsi que dans le sud du Québec (Zamyadi <i>et al.</i> , 2012). Elles représentent donc une préoccupation émergente au Canada (Santé Canada, 2012).	Elles ont notamment été isolées de certaines espèces appartenant aux genres <i>Cylindrospermopsis</i> , <i>Anabaena</i> et <i>Aphanizomenon</i> (Falconer et Humpage, 2006) cité dans (Santé Canada, 2012).

Tableau A4 Principales cyanotoxines susceptibles de se trouver dans les eaux récréatives (suite)

Types de cyanotoxine	Milieux où les toxines sont susceptibles de se trouver	Bactéries productrices de toxines
Dermatotoxines et autres toxines irritantes	Les espèces produisant les toxines aplysiatoxines et lyngbyatoxines sont retrouvées principalement en milieu marin (Santé Canada, 2012).	Les toxines aplysiatoxines et lyngbyatoxines sont produites notamment par les genres <i>Lyngbya</i> , les <i>Oscillatoria</i> et les <i>Schizothrix</i> (Santé Canada, 2012). Les toxines irritantes incluent également, selon Santé Canada, les lipopolysaccharides (LPS), qui font partie de la membrane cellulaire des bactéries à Gram négatif dont les cyanobactéries font partie (Belleville <i>et al.</i> , 2010; NHMRC, 2008).
Microcystines (hépatotoxines)	Elles sont les cyanotoxines les plus courantes en Amérique du Nord (Backer <i>et al.</i> , 2015; Santé Canada, 2012).	Elles sont produites notamment par des espèces appartenant aux genres <i>Microcystis</i> et <i>Anabaena</i> (NHMRC, 2008; OMS, 2003; Santé Canada, 2012; WHO <i>et al.</i> , 1999).
Nodularines (hépatotoxines)	Elles ont été retrouvées dans les eaux d’Australie, de Nouvelle-Zélande et de la mer Baltique (WHO <i>et al.</i> , 1999). Elles n’ont pas été retrouvées en Amérique du Nord (Santé Canada, 2012).	Elles sont produites par <i>Nodularia spumigenia</i> (Afssa et Afsset, 2006; NHMRC, 2008; Santé Canada, 2012; WHO <i>et al.</i> , 1999).
Saxitoxines (neurotoxines)	Elles sont retrouvées surtout en Australie, au Brésil, ainsi qu’aux États-Unis (Afssa et Afsset, 2006). Elles ne sont pas préoccupantes actuellement, mais sont considérées « à surveiller » par Santé Canada (Santé Canada, 2012).	Elles ont notamment été retrouvées chez des espèces appartenant aux genres <i>Aphanizomenon</i> , <i>Anabaena</i> , <i>Cylindrospermopsis</i> et <i>Lyngbya</i> (WHO <i>et al.</i> , 1999).

Références

AFSSA et AFSSET. (2006). *Rapport sur l'évaluation des risques liés à la présence de cyanobactéries et de leurs toxines dans les eaux destinées à l'alimentation, à la baignade et autres activités récréatives*. France, Paris : Agence française de sécurité sanitaire des aliments et Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail. Repéré à <https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX-Ra-Cyanobacteries.pdf>

ANSES. (2012). *Évaluation des risques sanitaires liés aux piscines - Partie 1 : piscines réglementées*. France, Paris : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Repéré à <https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2007sa0409Ra.pdf>

ANSES. (2014). *Évaluation des risques sanitaires liés aux piscines - Partie 2 : bains à remous*. France, Paris : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Repéré à <https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2007sa0409Ra-2.pdf>

Backer, L. C., Manassaram-Baptiste, D., LePrell, R. et Bolton, B. (2015). Cyanobacteria and algae blooms: Review of health and environmental data from the Harmful Algal Bloom-Related Illness Surveillance System (HABISS) 2007-2011. *Toxins*, 7(4), 1048-64.

Barna, Z., et Kadar, M. (2012). The risk of contracting infectious diseases in public swimming pools. A review. *Annali dell'Istituto superiore di sanita*, 48(4), 374-86.

- Belleville, D., Dubé, K., Phaneuf, D., Gauvin, D., Gervais, M.-C., Brisson, G., Lévesque, B. et Chevalier, P. (2010). *Mémoire déposé à la Commission des transports et de l'environnement concernant les effets potentiels sur la santé liés à la présence des algues bleu-vert (cyanobactéries)*. Institut national de santé publique du Québec. Repéré à <https://www.inspq.qc.ca/en/node/3130>
- Carter, R. A. A., et Joll, C. A. (2017). Occurrence and formation of disinfection by-products in the swimming pool environment: A critical review. *Journal of environmental sciences (China)*, 58(100967627), 19-50.
- Chalmers, R. M. (2012). Waterborne outbreaks of cryptosporidiosis. *Annali dell'Istituto superiore di sanita*, 48(4), 429-46.
- Chowdhury, S., Alhooshani, K. et Karanfil, T. (2014). Disinfection byproducts in swimming pool: occurrences, implications and future needs. *Water research*, 53(dv7, 0105072), 68-109.
- Florentin, A., Hautemaniere, A. et Hartemann, P. (2011). Health effects of disinfection by-products in chlorinated swimming pools. *International journal of hygiene and environmental health*, 214(6), 461-9.
- Manasfi, T., Coulomb, B. et Boudenne, J.-L. (2017). Occurrence, origin, and toxicity of disinfection byproducts in chlorinated swimming pools: An overview. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 220(3), 591-603.
- NHMRC. (2008). Guidelines for Managing Risks in Recreational Water. *National Health and Medical Research Council*. Australia: Australian Government. Repéré à https://www.nhmrc.gov.au/files_nhmrc/publications/attachments/eh38.pdf%20
- OMS. (2003). *Guidelines for safe recreational water environments - Volume 1 - Coastal and fresh waters*. Genève, Suisse: Organisation mondiale de la Santé. Repéré à <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42591/9241545801.pdf;jsessionid=D42D0F54B864AE374137E2D926166A70?sequence=1>
- OMS. (2006). *Guidelines for safe recreational water environments - Volume 2 - Swimming pools and similar environments*. Genève, Suisse: Organisation mondiale de la Santé. Repéré à http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43336/9241546808_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Perkins, A., et Trimmier, M. (2017). Recreational Waterborne Illnesses: Recognition, Treatment, and Prevention. *American Family Physician*, 95(9), 554-560.
- Ryan, U., Lawler, S. et Reid, S. (2017). Limiting swimming pool outbreaks of cryptosporidiosis - the roles of regulations, staff, patrons and research. *Journal of water and health*, 15(1), 1-16.
- Santé Canada. (2012). *Recommandations au sujet de la qualité des eaux utilisées à des fins récréatives au Canada - 3^e édition*. Ottawa, Ontario : Gouvernement du Canada. Repéré à <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/publications/vie-saine/recommandations-sujet-qualite-eaux-utilisees-fins-recreatives-canada-troisieme-edition.html>
- Tardif, R., Catto, C., Haddad, S. et Rodriguez, M. (2015). *Évaluation de l'exposition des travailleurs aux sous-produits de désinfection en piscine intérieure au Québec*. Montréal : Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité du travail. Repéré à <http://www.irsst.qc.ca/media/documents/PubIRSST/R-860.pdf>

Teo, T. L. L., Coleman, H. M. et Khan, S. J. (2015). Chemical contaminants in swimming pools: Occurrence, implications and control. *Environment International*, 76, 16-31.

WHO, UNESCO et UNEP (1999). *Toxic cyanobacteria in water - A guide to their public health consequences, monitoring and management*. Londres et New York. Repéré à http://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/toxcyanbegin.pdf

Annexe 5

**Description des éclosions d'origine hydrique associées
à la qualité des eaux récréatives aux États-Unis**

Mise en contexte

Cette annexe présente le détail des éclosions associées à la qualité des eaux récréatives rapportées aux Centers for Disease Control and Prevention (CDC) pour la période de 2003 à 2012. Ces données, extraites des bulletins Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR) des CDC (Dziuban *et al.*, 2006; Hlavsa *et al.*, 2011, 2014, 2015; Yoder *et al.*, 2008), sont rapportées par les départements de santé publique sur une base volontaire (Yoder *et al.*, 2008).

Il a été décidé de présenter les données sur les éclosions survenues à partir de 2003 pour des raisons méthodologiques. Pour les années précédentes, les éclosions pour lesquelles les patients ont reçu un diagnostic clinique étaient classées dans les éclosions confirmées, même si l'agent étiologique n'était pas validé par des analyses d'échantillons biologiques et environnementaux. À partir de 2003, une identification par des analyses d'échantillons biologiques ou environnementaux était nécessaire pour confirmer l'étiologie de l'éclosion (Dziuban *et al.*, 2006).

Des transmissions secondaires de personnes à personnes ont parfois été incluses dans le nombre de personnes affectées pour certaines des éclosions rapportées dans les bilans moins récents, comme celui couvrant les années 2003 à 2004 (Dziuban *et al.*, 2006), alors qu'il est spécifié dans un des bilans ultérieurs (celui couvrant la période 2007-2008) que ces cas n'étaient pas considérés (Hlavsa *et al.*, 2011).

Il importe également de noter que, par souci d'uniformité avec les tableaux présentés dans les rapports de surveillance des CDC, certaines éclosions rapportées tardivement n'ont pas été intégrées dans les données présentées dans cette annexe. Par exemple, dans le rapport du MMWR de 2007-2008, cinq éclosions survenues entre 1993 et 2005, qui n'ont pas été incluses dans les rapports précédents, y sont présentées (Hlavsa *et al.*, 2011). Conséquemment, il est présumé que les données présentées dans cette annexe sous-estiment quelque peu les cas réellement rapportés.

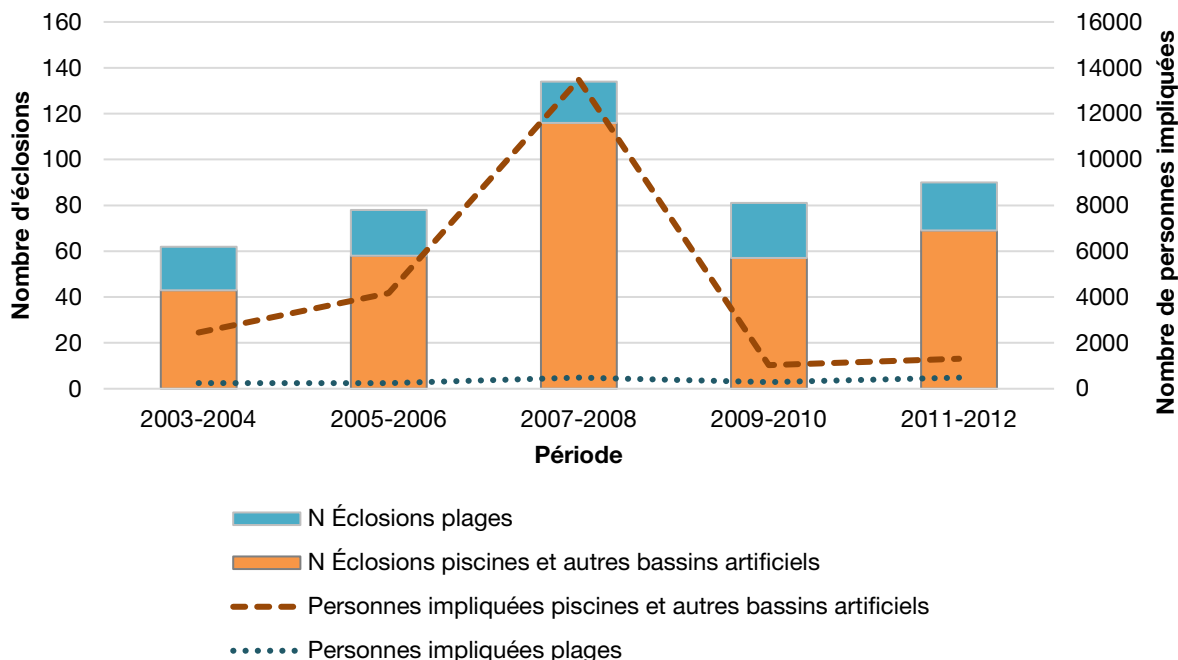
Enfin, certains changements apportés par les CDC dans la manière de présenter les informations sur les éclosions pour la période de 2003 à 2012 doivent être considérés dans l'interprétation des données. Pour la période 2003-2004, la définition d'éclosion incluait certains cas individuels : 1) des cas confirmés en laboratoire de méningoencéphalite amibienne causée par *Naegleria fowleri* et associée à la qualité des eaux récréatives, 2) des infections de plaies ou des infections à *Vibrio* spp. associées à la qualité des eaux récréatives ou 3) des cas d'empoisonnement par une toxine ou un contaminant chimique (Dziuban *et al.*, 2006). Dans les rapports de surveillance des années suivantes, la définition d'éclosion n'incluait plus les cas individuels, ceux-ci étant plutôt présentés dans des tableaux à part dans les bilans des années 2005 à 2008 et non présentés dans ceux des années 2009 à 2012 (Hlavsa *et al.*, 2011, 2014, 2015; Yoder *et al.*, 2008).

Portrait global des éclosions survenues entre 2003 et 2012

Nombre d'éclosions et personnes impliquées

La figure A1 illustre le nombre d'éclosions d'origine hydrique rapportées et de personnes impliquées aux États-Unis entre les années 2003 et 2012. Pour l'ensemble de la période, un total de 445 éclosions impliquant 24 190 personnes ont été rapportées aux CDC.

Figure A1 Nombre d'éclosions d'origine hydrique et de personnes impliquées rapportées entre 2003 et 2012 aux États-Unis selon l'usage de l'eau



Un des points à noter est que la proportion d'éclosions associées à la qualité de l'eau des piscines et autres bassins artificiels (spas, pataugeoires, jeux d'eau, etc.) est nettement plus importante (77 %, n = 343) que celle associée aux plages et autres plans d'eau en milieu naturel (23 %, n = 102). Le constat est similaire pour la proportion de personnes impliquées, qui est beaucoup plus élevée pour les piscines et autres bassins artificiels dont l'eau est traitée (22 432 personnes) que celle associée aux plans d'eau en milieu naturel, qui ne font pas l'objet de traitement (1 758 personnes). Pour chacune des périodes présentées, *Cryptosporidium* spp. est l'agent le plus fréquemment responsable des éclosions rapportées, bassins naturels et artificiels confondus.

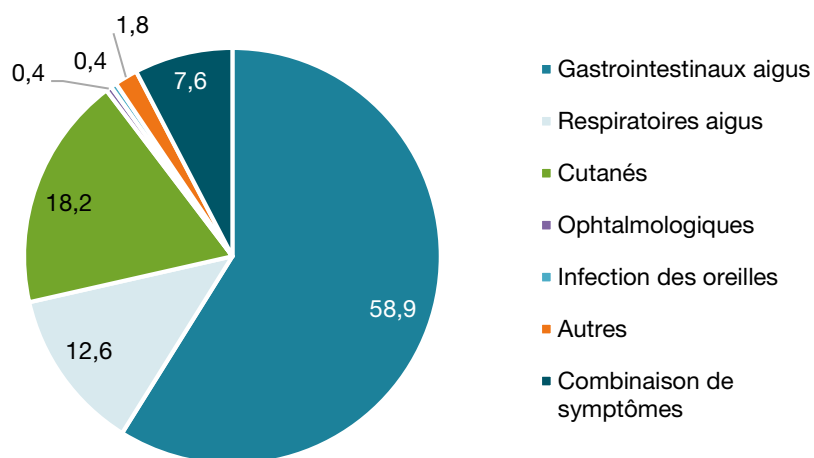
Le nombre important de personnes atteintes obtenu en 2007-2008 est causé par certaines éclosions importantes qui ont eu lieu plus particulièrement dans des installations artificielles (piscines, jeux d'eau, spa). Ces dernières ont causé en majorité des gastro-entérites et l'agent étiologique était principalement *Cryptosporidium* spp. (Hlavsa *et al.*, 2011). Certaines de ces éclosions ont été définies comme des « *communitywide outbreaks* », ²⁵ car elles sont survenues dans plusieurs communautés et auraient dû être comptabilisées comme une seule éclosion (Hlavsa *et al.*, 2011).

Problèmes de santé rapportés

Les symptômes gastro-intestinaux aigus sont nettement les problèmes de santé les plus fréquemment rapportés dans les éclosions associées à la qualité des eaux récréatives aux États-Unis entre 2003 et 2012 (voir figure A2), avec 59 % des éclosions où ce type de symptômes a été rapporté.

²⁵ Les « *communitywide outbreaks* » sont des éclosions qui débutent dans une installation de baignade et se poursuit en impliquant d'autres plans d'eau.

Figure A2 Proportion d'éclotions selon le type de symptômes rapportés entre 2003 et 2012 aux États-Unis



Les symptômes de type cutané viennent au deuxième rang, avec 18 % des éclotions où les personnes impliquées ont éprouvé ce type de symptômes. Pour les problèmes respiratoires aigus, leur incidence dépend du type d'installation où est survenue l'éclotion. En effet, ce type de problème de santé a été observé dans environ 16 % (n = 54/343) des éclotions survenues en piscines ou autres bassins artificiels par rapport à 2 % (n = 2/102) seulement des éclotions associées aux plans d'eau en milieu naturel (voir tableaux A1 et A2).

Certaines des éclotions rapportées ont conduit à l'hospitalisation de personnes impliquées. Entre 2003 et 2012, 331 hospitalisations²⁶ ont été comptabilisées dans les rapports de surveillance des CDC. Quelques décès ont également été rapportés à la suite d'éclotions associées à la qualité des eaux récréatives aux États-Unis. En effet, sept décès, causés notamment par la bactérie *Legionella* spp. dans des spas ainsi que par l'amibe *Naegleria fowleri* dans des plans d'eau en milieu naturel, ont été recensés (Dziuban *et al.*, 2006; Hlavsa *et al.*, 2015; Yoder *et al.*, 2008).

Analyses environnementales et biologiques

Selon un des rapports des CDC, la confirmation de l'étiologie des éclotions rapportées est généralement réalisée par des analyses d'échantillons biologiques et, parfois, d'échantillons environnementaux²⁷ (Dziuban *et al.*, 2006). L'analyse des éclotions survenues entre 2003 et 2012 révèle que l'étiologie était confirmée dans 75 % (n = 333/445) des éclotions rapportées aux CDC.

Les éclotions dont l'agent étiologique est une bactérie ou un virus sont plus importantes en proportion pour les plans d'eau en milieu naturel (41 %, n = 42/102) par rapport aux piscines et autres bassins artificiels (23 %, n = 79/343). Il convient de noter que les microorganismes résistants aux traitements sont davantage impliqués dans les éclotions associées aux piscines et autres bassins artificiels par rapport à celles survenues dans les milieux naturels. Par exemple, comme présenté aux tableaux A1 et A2 à la fin de cette annexe, *Cryptosporidium* spp. a été impliqué, entre 2003 et 2012, dans environ 46 % (n = 157/343) des éclotions en eau traitée par rapport à 8 % dans les eaux non traitées (n = 9/102).

²⁶ Ce nombre exclut les hospitalisations survenues entre 2007 et 2008 puisqu'elles n'ont pas été rapportées dans le rapport de surveillance couvrant cette période (Hlavsa *et al.*, 2011).

²⁷ Le bilan des éclotions survenues en 2005 et 2006 mentionne seulement que l'étiologie est confirmée par laboratoire alors que les autres rapports consultés n'apportent aucune précision sur la manière dont l'étiologie est confirmée.

Portrait des écloisions associées aux plages et autres plans d'eau en milieu naturel

Étiologie des écloisions rapportées

Les écloisions en eaux récréatives naturelles aux États-Unis sont en très grande majorité survenues en eau douce (93 %), principalement dans des lacs. Comme présenté au tableau A1, les bactéries sont le type d'agent étiologique le plus souvent impliqué aux États-Unis dans les écloisions survenues dans les plages et autres plans d'eau en milieu naturel entre 2003 et 2012 (n = 360). Parmi celles-ci, les contaminants d'origine fécale (*E. coli* et *Shigella* spp., en particulier, ainsi que *Campylobacter jejuni*), sont les plus fréquemment rapportés (77 %, n = 23/30). Par ailleurs, au moins neuf écloisions ont impliqué un sérotype d'*E. coli* produisant une shiga-toxine (sérogroupes O111 et O157:H7). Quelques écloisions impliquant *Leptosporia* spp. (n = 3) ont aussi été rapportées au cours de cette période.

Ce sont toutefois les écloisions dont l'agent étiologique (confirmé ou soupçonné) est le schistosome qui ont touché le plus grand nombre d'individus, soit 395 personnes, sur un total de 14 écloisions. Les protozoaires (*Cryptosporidium* spp., *Giardia intestinalis*, *Naegleria fowleri*) ont aussi été associés à 14 écloisions, ce qui est nettement moins élevé que le nombre survenu dans les piscines et autres bassins artificiels (n = 168). Les virus sont l'agent étiologique confirmé ou soupçonné dans près d'une écloision sur six (17 %), la plupart étant associés au norovirus (n = 16/17). Le norovirus est également l'agent viral le plus souvent impliqué (en incluant les cas soupçonnés) dans les écloisions survenues dans les piscines et autres bassins artificiels (n = 12/13).

Quelques cas d'écloisions associées à la présence de cyanobactéries ont aussi été répertoriés par les CDC. Entre 2003 et 2012, quatorze écloisions causées par des cyanotoxines (en incluant les cas soupçonnés) ont été recensées.

Enfin, des événements impliquant les eaux récréatives, mais non considérés comme des écloisions, ont été rapportés dans certains des rapports de surveillance des CDC consultés. Par exemple, 567 cas de vibrioses²⁸ ont été recensés entre 2003 et 2008, conduisant à 36 décès (Dziuban *et al.*, 2006; Hlavsa *et al.*, 2011; Yoder *et al.*, 2008). La majorité de ces décès (n = 27/36) ont été causés par *V. vulnificus* et ont eu lieu dans le sud des États-Unis. Certains cas d'infection à *Vibrio* spp. dans les eaux récréatives auraient également conduit à une amputation chez des personnes affectées (Dziuban *et al.*, 2006). Des cas individuels (n = 12) ainsi qu'une écloision impliquant deux personnes ont aussi été associés à une infection causée par l'amibe *Naegleria fowleri* (Dziuban *et al.*, 2006; Hlavsa *et al.*, 2011; Yoder *et al.*, 2008). Les écloisions associées à cette amibe résultent d'une exposition dans des bassins d'eau naturelle du sud des États-Unis pendant l'été (juin à septembre). Tous les cas recensés (n = 14) ont été fatals et plusieurs concernaient des enfants.

²⁸ Pour les années 2005-2006, certains cas de vibriose associés aux inondations causées par l'ouragan Katrina ont toutefois été inclus dans le nombre d'événements associés à la qualité des eaux récréatives (Yoder *et al.*, 2008).

Portrait des écloisions associées aux piscines, pataugeoires, jeux d'eau et spas

Étiologie des écloisions rapportées

Les informations détaillées concernant les écloisions associées à la qualité de l'eau des piscines et autres bassins artificiels rapportées aux États-Unis sont présentées au tableau A2. Parmi l'ensemble des écloisions rapportées de 2003 à 2012, les parasites sont le type d'agent pour lesquels le plus grand nombre d'écloisions ont été rapportées ($n = 168$, en incluant un cas non confirmé). En effet, ils sont responsables de près de la moitié des écloisions documentées dans les bassins artificiels (49 %).

Cryptosporidium spp. est, à lui seul, l'agent imputable d'au moins 46 % ($n = 158$) des écloisions survenues entre 2003 et 2012 et représente l'agent le plus fréquemment responsable des écloisions rapportées dans les piscines et autres bassins artificiels dans chacun des rapports de surveillance publiés par les CDC au cours de cette période. Les écloisions (confirmées ou soupçonnées) associées à *Cryptosporidium* spp. uniquement ont par ailleurs touché 18 343 personnes. En comparaison, *Giardia* spp. a été impliqué à lui seul dans seulement sept écloisions survenues dans ce type de bassin.

Les bactéries sont la deuxième catégorie d'agents les plus fréquemment associés aux écloisions survenues dans les piscines et autres bassins artificiels entre 2003 et 2012, représentant plus d'une écloision sur quatre (27 %, $n = 94$, en incluant les cas soupçonnés). Les bactéries *Legionella* spp. et *Pseudomonas* spp. sont les plus souvent identifiées, représentant plus de 86 % ($n = 81/94$) des écloisions associées aux bactéries. Comme présenté au tableau 4, l'analyse des écloisions dont l'étiologie confirmée est *Legionella* spp. ou *P. aeruginosa* spp. a permis de déterminer que la presque totalité (96 %) des écloisions impliquant ces deux types de bactéries ont été associées à un spa : 58 % ($n = 33/57$) sont survenues dans un spa uniquement et 39 % ($n = 22/57$) dans un spa et une piscine combinés. Les spas et les piscines étant souvent présents en même temps dans certains types d'établissement (p. ex. les hôtels), il peut être difficile de bien distinguer dans quel bassin origine l'écloision.

Bien que beaucoup moins fréquentes, des écloisions associées à des contaminants de nature chimique ont aussi été rapportées aux CDC entre 2003 et 2012. En incluant les écloisions dont l'étiologie est soupçonnée, les contaminants d'origine chimique ont été responsables de 14 % ($n = 48/343$) des écloisions rapportées dans les piscines et autres bassins artificiels.

Tableau A1 Synthèse des éclosions associées à la qualité de l'eau des plages et autres plans d'eau en milieu naturel aux États-Unis entre 2003 et 2012

	2011-2012		2009-2010		2007-2008		2005-2006		2003-2004		Total	
	Éclosions (N)	Personnes impliquées (N)	Éclosions (N)	Personnes impliquées (N)	Éclosions (N)	Personnes impliquées (N)	Éclosions (N)	Personnes impliquées (N)	Éclosions (N)	Personnes impliquées (N)	Éclosions (N)	Personnes impliquées (N)
Agents												
Virus	3	85	1	69	3	65	3	68	2	48	12	335
Adenovirus	1	32	0	0	0	0	0	0	0	0	1	32
Norovirus	2	53	1	69	3	65	3	68	2	48	11	303
Bactéries	7	76	5	91	4	9	8	88	6	96	30	360
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	3	31	3	17	1	3	0	0	0	0	7	51
<i>E. coli</i> O111	2	11	0	0	0	0	0	0	0	0	2	11
<i>E. coli</i>	0	0	0	0	0	0	3	10	0	0	3	10
<i>Shigella</i> spp.	2	34	1	68	2	4	3	32	2	23	10	161
<i>Campylobacter jejuni</i>	0	0	1	6	0	0	0	0	0	0	1	6
<i>Leptospira</i> spp.	0	0	0	0	0	0	2	46	1	3	3	49
Autres*	0	0	0	0	1	2	0	0	3	70	4	72
Protozoaires	3	29	3	16	2	17	3	35	3	14	14	111
<i>Cryptosporidium</i> spp.	1	16	3	16	2	17	2	33	1	4	9	86
<i>Giardia intestinalis</i>	2	13	0	0	0	0	0	0	1	9	3	22
<i>Naegleria fowleri</i> ^{†, ††}	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	2	3
Schistosomes	1	43	0	0	4	300	0	0	0	0	5	343
Chimique	1	8	4	38	1	15	1	3	2	22	9	86
Cyanotoxines	1	8	4	38	0	0	0	0	2	22	7	68
Autres**	0	0	0	0	1	15	1	3	0	0	2	18

Tableau A1 Synthèse des écloisions associées à la qualité de l'eau des plages et autres plans d'eau en milieu naturel aux États-Unis entre 2003 et 2012 (suite)

	2011-2012		2009-2010		2007-2008		2005-2006		2003-2004		Total	
	Écloisions (N)	Personnes impliquées (N)	Écloisions (N)	Personnes impliquées (N)	Écloisions (N)	Personnes impliquées (N)	Écloisions (N)	Personnes impliquées (N)	Écloisions (N)	Personnes impliquées (N)	Écloisions (N)	Personnes impliquées (N)
Agents												
Multiple	2	181	1	45	1	54	0	0	0	0	4	280
Non identifié (agent soupçonné)	4	57	10	37	3	26	5	51	6	72	28	243
Schistosomes	3	22	2	11	0	0	2	4	2	15	9	52
Norovirus	1	35	0	0	0	0	1	13	3	48	5	96
Cuivre (algicide)	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	1	3
Cyanotoxines	0	0	7	23	0	0	0	0	0	0	7	23
Inconnu	0	0	0	0	3	26	2	34	1	9	6	69
Symptômes prédominants												
Gastro-intestinaux aigus	15	374	14	249	11	159	13	166	12	202	65	1150
Respiratoires aigus	0	0	0	0	1	15	1	3			2	18
Cutanés	4	65	7	34	4	300	2	4	2	15	19	418
Ophthalmologiques	2	40	0	0	0	0	0	0	0	0	2	40
Oreilles	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	1	9
Autres ^{**} , †	0	0	0	0	1	10	4	72	2	4	7	86
Combinaison de symptômes	0	0	3	13	1	2	0	0	2	22	6	37
Type de milieu impliqué												
Eau douce [†]	20	471	23	294	15	438	18	219	19	252	95	1674
Eau marine	1	8	1	2	3	48	1	24	0	0	6	82
Inconnu	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	2
Total	21	479	24	296	18	486	20	245	19	252	102	1758

* La catégorie « Autres » inclut trois écloisions associées à *Plesiomonas shigelloides* ainsi qu'une à *Shigella* et *Plesiomonas* spp.

** La catégorie « Autres » inclut les écloisions associées à *Karenia brevis* et au sulfate de cuivre.

*** La catégorie « Autres » inclut les symptômes classés par les CDC comme « autre », « neurologique » et « leptosporidiose ».

† Une des écloisions rapportées en 2003-2004 a impliqué une seule personne.

†† Les cas associés à *N. fowleri* en 2007-2008 (n = 8) ont été rapportés dans un tableau distinct dans le rapport de surveillance des CDC.

Tableau A2 Synthèse des écloisions associées à la qualité de l'eau des piscines, des pataugeoires, des jeux d'eau et des spas aux États-Unis entre 2003 et 2012

	2011-2012		2009-2010		2007-2008		2005-2006		2003-2004		Total	
	Écloisions (N)	Personnes impliquées (N)	Écloisions (N)	Personnes impliquées (N)	Écloisions (N)	Personnes impliquées (N)	Écloisions (N)	Personnes impliquées (N)	Écloisions (N)	Personnes impliquées (N)	Écloisions (N)	Personnes impliquées (N)
Agents												
Virus	2	122	0	0	2	56	1	18	4	288	9	484
Norovirus	2	122	0	0	2	56	1	18	3	252	8	448
Echovirus 9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	36	1	36
Bactéries	14	75	10	75	18	245	14	167	14	457	70	1 019
<i>Legionella</i> spp.	9	33	4	8	10	122	8	124	4	117	35	404
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	2	21	1	14	2	42	0	0	0	0	5	77
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2	16	4	50	4	52	4	28	8	274	22	420
<i>Shigella</i> spp.	1	5	1	3	2	29	1	9	1	56	6	102
Autres*	0	0	0	0	0	0	1	6	1	10	2	16
Protozoaires	37	895	25	413	62	12 175	31	3 784	12	1 414	167	18 681
<i>Cryptosporidium</i> spp.	36	874	24	406	58	12 137	29	3 718	10	1 202	157	18 337
<i>Giardia</i> spp.	1	21	1	7	3	19	1	11	1	149	7	207
<i>Cryptosporidium</i> et <i>Giardia</i> spp.	0	0	0	0	1	19	1	55	1	63	3	137
Chimique	3	57	0	0	8	732	1	19	1	3	13	811
Chlore	2	46	0	0	2	22			0	0	4	68
Vapeurs de chlore	1	11	0	0	3	21	1	19	0	0	5	51
Chloramines et endotoxines	0	0	0	0	1	665	0	0	0	0	1	665
Produits chimiques**	0	0	0	0	2	24			1	3	3	27

Tableau A2 Synthèse des éclosions associées à la qualité de l'eau des piscines, des pataugeoires, des jeux d'eau et des spas aux États-Unis entre 2003 et 2012 (suite)

	2011-2012		2009-2010		2007-2008		2005-2006		2003-2004		Total	
	Éclosions (N)	Personnes impliquées (N)	Éclosions (N)	Personnes impliquées (N)	Éclosions (N)	Personnes impliquées (N)	Éclosions (N)	Personnes impliquées (N)	Éclosions (N)	Personnes impliquées (N)	Éclosions (N)	Personnes impliquées (N)
Agents												
Non identifié (agent soupçonné)	13	160	22	542	26	272	11	179	12	284	84	1 437
Exposition chimique	1	3	8	54	7	33	1	9	1	17	18	116
Chloramine	2	13	2	311	2	79	3	53	6	157	15	613
Chlore	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12
Vapeurs de chlore	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
<i>Legionella</i> spp.	2	52	0	0	0	0	0	0	0	0	2	52
Norovirus	2	21	2	91	0	0	0	0	0	0	4	112
<i>Pseudomonas</i> spp.	4	56	5	55	6	57	5	73	2	32	22	273
<i>Cryptosporidium</i> spp.	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	1	6
Algicide	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	1	9
Inconnu	0	0	5	31	10	97	2	44	2	69	19	241
Symptômes prédominants												
Gastro-intestinaux aigus	44	1 064	30	525	70	12 318	35	3 849	18	1 743	197	19 499
Respiratoires aigus	13	97	8	40	16	168	10	152	7	141	54	598
Cutanés	8	88	14	112	20	241	9	103	11	245	62	789
Ophtalmologiques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oreilles	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	1	6
Autres***	0	0	0	0	0	0	0	0	1	36	1	36
Combinaison	4	60	5	353	9	747	4	63	6	281	28	1504

Tableau A2 Synthèse des éclosions associées à la qualité de l'eau des piscines, des pataugeoires, des jeux d'eau et des spas aux États-Unis entre 2003 et 2012 (suite)

	2011-2012		2009-2010		2007-2008		2005-2006		2003-2004		Total	
	Éclosions (N)	Personnes impliquées (N)	Éclosions (N)	Personnes impliquées (N)	Éclosions (N)	Personnes impliquées (N)	Éclosions (N)	Personnes impliquées (N)	Éclosions (N)	Personnes impliquées (N)	Éclosions (N)	Personnes impliquées (N)
Type de bassin impliqué												
Spas	10	-	7	-	18	-	10	-	11	-	56	-
Piscines	31	-	34	-	63	-	30	-	18	-	176	-
Jeux d'eau†	8	-	2	-	11	-	4	-	2	-	27	-
Pataugeoires	3	-	0	-	6	-	0	-	2	-	11	-
Autres††	2	-	3	-	3	-	2	-	0	-	10	-
Plusieurs installations	14	-	11	-	15	-	12	-	10	-	62	-
Inconnu	1	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	-
Total	69	1 309	57	1030	116	13 480	58	4 167	43	2 446	343	22 432

* La catégorie « Autres » inclut *Campylobacter jejuni* et SARM (*Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline).

** Les produits chimiques incluent l'acide hydrochloridrique, l'acide muriatique et d'autres produits non spécifiés.

*** La catégorie « Autres » inclut notamment des symptômes neurologiques et d'autres symptômes non spécifiés.

† Les jeux d'eau incluent principalement des fontaines interactives et, dans une moindre mesure, des glissades d'eau dans une école.

†† La catégorie « Autres » inclut notamment des bassins de type « empli-vide », des piscines à vague et des piscines pour enfants.

Références

- Dziuban, E. J., Liang, J. L., Craun, G. F., Hill, V., Yu, P. A., Painter, J., ... Centers for Disease Control and Prevention. (2006). Surveillance for waterborne disease and outbreaks associated with recreational water--United States, 2003-2004. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 55(12), 1-30. Repéré à <https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/ss5512a1.htm>
- Hlavsa, M. C., Roberts, V. A., Anderson, A. R., Hill, V. R., Kahler, A. M., Orr, M., ... Yoder, J. S. (2011). Surveillance for waterborne disease outbreaks and other health events associated with recreational water - United States, 2007-2008. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 60(12), 1-32. Repéré à https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/ss6012a1.htm?s_cid=ss6012a1_w
- Hlavsa, M. C., Roberts, V. A., Kahler, A. M., Hilborn, E. D., Mecher, T. R., Beach, M. J., Wade, T. J. et Yoder, J. S. (2015). Outbreaks of Illness Associated with Recreational Water — United States, 2011–2012. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 64(24), 668-672. Repéré à https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm6424a4.htm?s_cid=mm6424a4_w
- Hlavsa, M. C., Roberts, V. A., Kahler, A. M., Hilborn, E. D., Wade, T. J., Backer, L. C., Yoder, J. S. (2014). Recreational water-associated disease outbreaks-United States, 2009-2010. *Morbidity and mortality weekly report*, 63(1), 6-10. Repéré à https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm6301a2.htm?s_cid=mm6301a2_w
- Yoder, J. S., Hlavsa, M. C., Craun, G. F., Hill, V., Roberts, V., Yu, P. A., ... Beach, M. J. (2008). Surveillance for waterborne disease and outbreaks associated with recreational water use and other aquatic facility-associated health events-United States, 2005-2006. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 57(9), 1-29. Repéré à <https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/ss5709a1.htm>

Annexe 6

Résumé des facteurs qui influencent les concentrations de sous-produits de désinfection dans les installations récréatives aquatiques

Eau d'alimentation

Le type d'eau contenue dans les bassins a une influence sur les concentrations de sous-produits de désinfection (SPD) (Teo *et al.*, 2015), la majorité étant alimentée par de l'eau potable (Carter et Joll, 2017). L'eau potable contient déjà de la matière organique ainsi que des traces de SPD (Carter et Joll, 2017).

Température et pH

Une élévation de la température de l'eau influence les concentrations de SPD de diverses manières. Notamment, elle aura une influence sur l'émission de précurseurs provenant des usagers, par exemple par une transpiration accrue (Keuten *et al.*, 2014 cité dans [Carter et Joll, 2017; Teo *et al.*, 2015]). Une température plus élevée influence également le taux de volatilisation des SPD ainsi que leur vitesse de formation (Carter et Joll, 2017). Conséquemment, de façon générale, une température accrue a tendance à augmenter les concentrations de SPD tels que les trichloramines (Gérardin, 2016), les acides haloacétiques (AHA) ainsi que les trihalométhanes (THM) (ANSES, 2014). Par ailleurs, les besoins en désinfectants sont accrus lorsque la température est élevée, ayant ainsi un impact sur les concentrations de SPD (Carter et Joll, 2017).

Une augmentation du pH de l'eau favoriserait la formation de THM (Florentin *et al.*, 2011). Pour d'autres SPD, le phénomène inverse se produit. Ainsi, c'est une diminution du pH de l'eau (plus acide) qui favorise la formation de trichloramines (Gérardin, 2016) alors que ce sont les monochloramines qui dominent lorsque le pH se situe entre 7,5 et 9 (Florentin *et al.*, 2011). L'augmentation du pH a tendance à diminuer la formation des AHA (ANSES, 2014; Florentin *et al.*, 2011).

Nombre de baigneurs et leurs comportements

Une fréquentation importante augmente les matières organiques et inorganiques dans l'eau et, par conséquent, les concentrations de SPD (ANSES, 2014; Carter et Joll, 2017; Daiber *et al.*, 2016); ceci aura pour résultat d'accroître la difficulté à maintenir des concentrations adéquates de désinfectants (ANSES, 2014). Dans l'étude de Daiber *et al.* (2016), la fréquentation était aussi associée à un potentiel mutagène plus élevé, illustrant l'effet de l'ajout de matière organique par les baigneurs (Daiber *et al.*, 2016). Le potentiel mutagène de l'eau augmentait en moyenne dans l'ordre suivant : eau potable, eau de piscine, eau de spa (Daiber *et al.*, 2016). Le type d'activité pratiquée par les usagers a aussi une importance. Certaines des revues consultées citent à cet effet une étude réalisée par Weng and Blatchley (2011) lors d'une compétition de nage qui a illustré que certains SPD tels que le chloroforme et les trichloramines augmentaient au fil de l'événement (Carter et Joll, 2017; Teo *et al.*, 2015). L'agitation de l'eau et les éclaboussures causées par les baigneurs peuvent être accrues dans certains bassins extérieurs tels que les parcs aquatiques, ce qui peut influencer les concentrations de SPD (Teo *et al.*, 2015). Enfin, l'utilisation de certains produits par les baigneurs (p. ex. crème solaire) pourrait aussi conduire à la formation de sous-produits dans l'eau en réaction avec le chlore (Teo *et al.*, 2015).

Type de traitement appliqué

Les désinfectants peuvent présenter certaines impuretés qui contribuent à la formation de SPD (Carter et Joll, 2017). Par exemple, en présence de bromides dans le désinfectant, des THM bromés seront principalement formés (Florentin *et al.*, 2011). Par ailleurs, les SPD bromés auraient, selon certaines études, un potentiel toxique plus important que ceux chlorés (Carter et Joll, 2017). Dans une étude de (Daiber *et al.*, 2016), les piscines et les spas bromés avaient un potentiel mutagène plus élevé que ceux chlorés et ce, même si les SPD chlorés étaient présents en concentrations plus élevées dans les piscines (Daiber *et al.*, 2016). Le suivi des concentrations de désinfectant est également important. Par exemple, la formation de trichloramines est notamment dépendante du ratio matière organique – chlore (Florentin *et al.*, 2011).

Traitement secondaire

L'ajout d'un traitement secondaire, tel que l'ozone ou le rayonnement ultraviolet (UV), a un impact sur la formation de SPD (Carter et Joll, 2017). Les traitements aux UV, par exemple, ont un effet plutôt incertain sur les concentrations de SPD dans les piscines. Certains auteurs rapportent une augmentation des SPD alors que d'autres rapportent une diminution associée aux traitements UV. De plus, la durée du traitement semble avoir un impact sur cette relation (Carter et Joll, 2017). Les piscines traitées avec de l'ozone ont tendance à présenter de moins grandes concentrations de SPD tels que les THM et les AHA (Carter et Joll, 2017). Dans une étude de Daiber *et al.* (2016), les piscines traitées au chlore uniquement présentaient davantage de SPD et présentaient un potentiel mutagène plus élevé que les piscines traitées au chlore et à l'ozone. Le traitement de l'eau par ozonation peut toutefois conduire à la formation de sous-produits tels que des aldéhydes et des composés bromés (lorsque des ions bromures sont présents dans l'eau et introduits par des solutions d'hypochlorite de sodium) (ANSES, 2012). D'autres études devront être menées afin de vérifier ces effets dans des conditions réelles (Carter et Joll, 2017).

Type de bassin, gestion et opération

L'enceinte des bassins intérieurs permet de limiter l'entrée de certains précurseurs (p. ex. excréments d'animaux), mais empêche en contrepartie les SPD de s'échapper (Teo *et al.*, 2015). À l'extérieur, les SPD sont dispersés dans l'atmosphère et certains sont dégradés par les rayons UV (Carter et Joll, 2017). Comme mentionné précédemment, l'agitation de l'eau dans les spas est susceptible d'augmenter la volatilisation de certains SPD dans l'air tel que les THM (Carter et Joll, 2017). Les précurseurs présents dans les bassins intérieurs et extérieurs sont aussi susceptibles d'être différents. Par exemple, il est attendu que dans les piscines extérieures, davantage de crème solaire sera retrouvé en été (Teo *et al.*, 2015) ou encore davantage de matières organiques provenant des feuilles (OMS, 2006). Enfin, la gestion et l'opération de l'installation de piscine ou de spa peuvent aussi influencer les concentrations de SPD, par exemple le taux de renouvellement de l'eau, les procédures de désinfection et la ventilation (Teo *et al.*, 2015).

Références

- ANSES. (2012). *Évaluation des risques sanitaires liés aux piscines - Partie 1 : piscines réglementées*. France, Paris : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Repéré à <https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2007sa0409Ra.pdf>
- ANSES. (2014). *Évaluation des risques sanitaires liés aux piscines - Partie 2 : bains à remous*. France, Paris : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Repéré à <https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2007sa0409Ra-2.pdf>
- Carter, R. A. A., et Joll, C. A. (2017). Occurrence and formation of disinfection by-products in the swimming pool environment: A critical review. *Journal of environmental sciences (China)*, 58(100967627), 19-50.
- Daiber, E. J., DeMarini, D. M., Ravuri, S. A., Liberatore, H. K., Cuthbertson, A. A., Thompson-Klemish A., ... Richardson, S. D. (2016). Progressive Increase in Disinfection Byproducts and Mutagenicity from Source to Tap to Swimming Pool and Spa Water: Impact of Human Inputs. *Environmental Science and Technology*, 50(13), 6652-6662.
- Florentin, A., Hautemaniere, A. et Hartemann, P. (2011). Health effects of disinfection by-products in chlorinated swimming pools. *International journal of hygiene and environmental health*, 214(6), 461-9.
- Gérardin, F. (2016). Trichloramine : de l'émergence d'un risque aux solutions de prévention - Substances chimiques et agents biologiques. *Hygiène et sécurité du travail*, 245, 58-65.
- OMS. (2006). *Guidelines for safe recreational water environments - Volume 2 - Swimming pools and similar environments*. Genève, Suisse : Organisation mondiale de la Santé. Repéré à http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43336/9241546808_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Teo, T. L. L., Coleman, H. M. et Khan, S. J. (2015). Chemical contaminants in swimming pools: Occurrence, implications and control. *Environment International*, 76, 16-31.

Annexe 7

**Risques à la santé associés aux principaux contaminants
susceptibles de se retrouver dans les eaux récréatives**

Tableau A1 Risques à la santé associés aux principaux contaminants microbiologiques dont l'origine est à prédominance fécale susceptibles de se retrouver dans les eaux récréatives

Agents	Risques à la santé associés
Virus	
Adénovirus	<p>Problèmes de santé associés. À l'exception de celles acquises en bas âge, la plupart des infections sont légères ou asymptomatiques (Barna et Kadar, 2012). Les infections à adénovirus se manifestent notamment par des problèmes respiratoires (qui s'accompagnent d'une pharyngite et de toux), des conjonctivites et des problèmes gastro-intestinaux (associés aux types 40 et 41) (ANSES, 2012; OMS, 2003; Santé Canada, 2012; Sinclair <i>et al.</i>, 2009). Bien que les types 3, 4 et 7 soient associés à des symptômes aux yeux et à la gorge, ils peuvent être excrétés dans les selles (OMS, 2006).</p> <p>Temps d'incubation et excrétion. Pour les types 40 et 41, il serait entre 3 et 10 jours (Afssa, 2007 cité dans [ANSES, 2012]). L'excrétion de virus dans les selles peut durer plusieurs semaines (ANSES, 2012).</p> <p>Facteurs aggravants. La gravité des symptômes dépend du type d'adénovirus (Percival <i>et al.</i>, 2004 dans [OMS, 2003; Santé Canada, 2012]) ainsi que de l'état de santé de la personne infectée (l'infection peut être plus grave chez les personnes immunodéprimées) (ANSES, 2012).</p>
Norovirus (autrefois appelé virus de Norwalk ou SRSV)	<p>Problèmes de santé associés. Ce virus est associé à des gastro-entérites (ANSES, 2012). Les symptômes d'infection sont des diarrhées, des vomissements, des céphalées et douleurs musculaires. Les symptômes sont généralement de courte durée et l'infection est très contagieuse (Sinclair <i>et al.</i>, 2009).</p> <p>Temps d'incubation. Il serait de 24 à 48 h (ANSES, 2012; Barna et Kadar, 2012; OMS, 2006).</p> <p>Facteurs aggravants. L'infection peut être plus grave chez les personnes vulnérables telles que les personnes âgées (Barna et Kadar, 2012; OMS, 2003; Santé Canada, 2012) et les jeunes enfants (Barna et Kadar, 2012).</p>
Entérovirus	<p>Problèmes de santé associés. Les entérovirus incluent les virus Coxsackie et les échovirus. Les symptômes peuvent inclure une gastro-entérite et une conjonctivite (Sinclair <i>et al.</i>, 2009). Bien que peu fréquents, les symptômes peuvent aussi être plus graves et inclure une méningite, une encéphalite ou une myocardite (ANSES, 2012; Santé Canada, 2012).</p> <p>Temps d'incubation et excrétion. Le virus est excrété longtemps dans les selles (4-6 semaines) (ANSES, 2012), et ce, même après la disparition des symptômes (Barna et Kadar, 2012). Le temps d'incubation serait de moins d'une semaine à 15 jours (ANSES, 2012).</p>
Rotavirus	<p>Problèmes de santé associés. L'infection à rotavirus est la principale cause de gastro-entérite chez les jeunes enfants. Elle peut être grave et conduire à une déshydratation et à une hospitalisation (ANSES, 2012). Chez l'adulte sain, l'infection est souvent asymptomatique (ANSES, 2012).</p> <p>Temps d'incubation. Il serait de 3 jours environ (Afssa, 2007 cité dans [ANSES, 2012]).</p> <p>Facteurs aggravants. Les personnes à risque de présenter des symptômes plus graves sont les jeunes enfants, les personnes immunodéprimées et les personnes âgées (OMS, 2003; Santé Canada, 2012).</p>

Tableau A1 Risques à la santé associés aux principaux contaminants microbiologiques dont l'origine est à prédominance fécale susceptibles de se retrouver dans les eaux récréatives (suite)

Agents	Risques à la santé associés
Virus	
Virus de l'hépatite A	<p>Problèmes de santé associés. Lorsque contractées en bas âge (moins de 5 ans), la plupart des infections sont asymptomatiques alors que la plupart des adultes présentent des symptômes (ANSES, 2012). Ceux-ci incluent notamment des nausées, de la fièvre, des vomissements et une jaunisse (OMS, 2003; Santé Canada, 2012).</p> <p>Temps d'incubation et excrétion. Le temps d'incubation est de 2 à 6 semaines (OMS, 2006; Sinclair <i>et al.</i>, 2009) et le virus est excrété avant l'apparition des symptômes (OMS, 2006).</p>
Bactéries	
<i>Campylobacter</i> spp.	<p>Problèmes de santé associés. Les symptômes associés incluent des diarrhées (sanglantes ou non) accompagnées de fièvre (Sanborn et Takaro, 2013; Santé Canada, 2012). Les complications sont rares (OMS, 2003; Santé Canada, 2012).</p> <p>Temps d'incubation. Le temps d'incubation est généralement de 3 jours environ (Sanborn et Takaro, 2013).</p> <p>Facteurs aggravants. Les décès causés par cette bactérie sont rares. Toutefois, ils peuvent survenir chez les nourrissons, les personnes âgées et les personnes souffrant d'autres maladies (Pond, 2005 cité dans Santé Canada, 2012).</p>
<i>Escherichia coli</i> entérohémorragique	<p>Problèmes de santé associés. Les symptômes associés sont des diarrhées sanglantes (ANSES, 2012; Perkins et Trimmier, 2017; Santé Canada, 2012), accompagnées notamment de crampes et souvent en absence de fièvre (Santé Canada, 2012).</p> <p>Temps d'incubation. Le temps d'incubation est de 1 à 10 jours (Perkins et Trimmier, 2017).</p> <p>Facteurs aggravants. La manifestation peut être plus grave chez les jeunes enfants et les personnes âgées (ANSES, 2012), qui sont plus à risque de développer le SHU (Barna et Kadar, 2012; OMS, 2006). Le SHU surviendrait dans 2 à 8 % des cas (Barna et Kadar, 2012).</p>
<i>Salmonella</i> spp.	<p>Problèmes de santé associés. Les symptômes se manifestent notamment par des diarrhées légères ou graves, des nausées, des douleurs abdominales et de la fièvre (ANSES, 2012; Sanborn et Takaro, 2013). <i>S. typhi</i> et <i>S. paratyphi</i> sont d'une importance particulière, car ils peuvent causer des manifestations cliniques graves (fièvre entérique) (Santé Canada, 2012).</p> <p>Temps d'incubation. Le temps d'incubation se situe habituellement entre 12 et 48 h (Percival <i>et al.</i>, 2004 cité dans Santé Canada, 2012).</p> <p>Facteurs aggravants. La gravité des symptômes dépend du sérotype, de la dose ingérée et de la sensibilité de l'hôte (chez les personnes immunodéprimées, les jeunes enfants et les personnes âgées, l'infection peut être plus grave) (ANSES, 2012).</p>

Tableau A1 Risques à la santé associés aux principaux contaminants microbiologiques dont l'origine est à prédominance fécale susceptibles de se retrouver dans les eaux récréatives (suite)

Agents	Risques à la santé associés
Bactéries	
<i>Shigella</i> spp.	<p>Problèmes de santé associés. Les symptômes peuvent être légers (inconfort abdominal) ou plus sévères et causer une dysenterie (Barna et Kadar, 2012). La dysenterie bacillaire ou shigellose se manifeste par des diarrhées avec du sang et du mucus (Santé Canada, 2012). En Amérique du Nord, la plupart des cas sont bénins et les complications sont rares (Santé Canada, 2012).</p> <p>Temps d'incubation. Le temps d'incubation est généralement de 1 à 3 jours (Santé Canada, 2012).</p> <p>Facteurs aggravants. L'importance des symptômes dépend de l'espèce ou de la souche (ANSES, 2012; Santé Canada, 2012). En effet, certaines peuvent produire une entérotoxine similaire à celle produite par certaines souches de <i>E. coli</i> (Barna et Kadar, 2012). Les enfants et les personnes âgées sont plus à risque (Sanborn et Takaro, 2013).</p>
Protozoaires	
<i>Cryptosporidium</i> spp.	<p>Problèmes de santé associés. L'infection se manifeste par des symptômes gastro-intestinaux qui persistent d'une semaine à un mois (ANSES, 2012), tels que des diarrhées, des crampes abdominales, des vomissements et de la fièvre (OMS, 2006; Ryan <i>et al.</i>, 2017) ainsi qu'une perte de poids, de la déshydratation et des nausées (Ryan <i>et al.</i>, 2017).</p> <p>Temps d'incubation et excrétion. Le temps d'incubation est habituellement de 5 à 7 jours (Sanborn et Takaro, 2013), mais peut aussi être d'environ 4 à 11 jours (ANSES, 2012). Chez l'humain, l'excrétion dans les matières fécales dure généralement une à deux semaines après l'infection (ANSES, 2012) et peut perdurer même lorsqu'il n'y a plus de symptôme (Chalmers, 2012).</p> <p>Facteurs aggravants. L'évolution de la maladie peut devenir grave chez les individus immunodéprimés (OMS, 2003; Santé Canada, 2012). Les enfants sont aussi un groupe à risque; l'incidence des cas de cryptosporidiose serait plus élevée chez les enfants de deux à quatre ans dans les pays industrialisés (Chalmers, 2012).</p>
<i>Giardia</i> spp.	<p>Problèmes de santé associés. L'infection est souvent asymptomatique (ANSES, 2012). Les symptômes associés incluent notamment des diarrhées, des crampes abdominales, une perte d'appétit, des selles odorantes, de la fatigue et des vomissements (ANSES, 2012), de même que des nausées et des diarrhées aqueuses (Santé Canada, 2012).</p> <p>Temps d'incubation et excrétion. Le temps d'incubation est entre 5 et 12 jours (ANSES, 2012). L'émission dans les matières fécales peut perdurer six mois à de faibles concentrations (ANSES, 2012).</p> <p>Facteurs aggravants. L'infection est plus sévère chez les enfants (ANSES, 2012).</p>

SHU : Syndrome hémolytique et urémique.

Tableau A2 Risques à la santé associés aux principaux contaminants microbiologiques dont l'origine est à prédominance non fécale susceptibles de se retrouver dans les eaux récréatives

Agents	Risques à la santé associés
Bactéries	
<i>Aeromonas</i> spp.	<p>Problèmes de santé associés. Le principal risque est l'infection d'une plaie ouverte (ANSES, 2012; OMS, 2003; Santé Canada, 2012). Cette bactérie a aussi été associée à des symptômes gastro-intestinaux (OMS, 2003; Santé Canada, 2012). Des cas de pneumonie suivant l'aspiration d'eau contaminée ont aussi été décrits comme étant liés aux eaux récréatives (OMS, 2003).</p> <p>Facteurs aggravants. Certaines souches peuvent causer des symptômes plus graves tels que des crampes abdominales intenses, des selles sanglantes et de la fièvre (Santé Canada, 2012)</p>
<i>Legionella</i> spp.	<p>Problèmes de santé associés. Cette bactérie est responsable de problèmes respiratoires pouvant prendre deux formes : la fièvre de Pontiac (syndrome pseudo-grippal bénin), et la maladie du légionnaire (affection pulmonaire plus grave) (ANSES, 2014). En plus des problèmes respiratoires, la maladie du légionnaire inclut des symptômes tels que de la fatigue, de la fièvre et des douleurs musculaires (OMS, 2003; Santé Canada, 2012).</p> <p>Temps d'incubation. Il est généralement de 1 à 2 jours pour la fièvre de Pontiac et de 2 à 10 jours pour la maladie du légionnaire (OMS, 2007).</p> <p>Facteurs aggravants. Les personnes vulnérables sont notamment les personnes âgées, les personnes avec des problèmes de santé respiratoire, les fumeurs et les grands buveurs d'alcool (OMS, 2006; Santé Canada, 2012) ainsi que les personnes diabétiques. Le risque d'infection à <i>Legionella</i> spp. dépend également de la souche et des caractéristiques d'exposition telles que la concentration de bactéries (ANSES, 2012, 2014).</p>
<i>Leptospira</i> spp.	<p>Problèmes de santé associés. <i>Leptospira interrogans</i> peut causer une leptospirose chez l'humain. Les symptômes associés sont de type grippal (fièvre, frissons, céphalées, douleurs musculaires) (OMS, 2003, 2006). L'infection peut aussi se compliquer par le syndrome de Weil, qui se caractérise notamment par une insuffisance rénale et hépatique (OMS, 2003, 2006; Perkins et Trimmier, 2017), en particulier lors d'une infection par le sérovar <i>L. icterohaemorrhagiae</i>, qui proviendrait des rats (Barna et Kadar, 2012). La maladie, qui est transmise par contact avec des plaies ou les muqueuses, est fort possiblement sous-diagnostiquée en raison de sa ressemblance avec d'autres problèmes de santé (OMS, 2003; Santé Canada, 2012).</p> <p>Temps d'incubation. Il serait de deux jours à quatre semaines (Perkins et Trimmier, 2017).</p> <p>Facteurs aggravants. La sévérité des symptômes dépend du sérovar et de l'état de santé de la personne atteinte (OMS, 2003).</p>
Mycobactéries non tuberculeuses	<p>Problèmes de santé associés. Ces bactéries sont responsables de symptômes respiratoires (p. ex. pneumopathies d'hypersensibilité) et cutanés (par l'intermédiaire d'une plaie) (ANSES, 2012, 2014; Santé Canada, 2012). L'espèce <i>M. marinum</i> cause le « granulome des piscines » constitué de lésions le plus souvent situées aux coudes et aux genoux (ANSES, 2012; OMS, 2006).</p> <p>Facteurs aggravants. Les personnes immunodéprimées sont plus à risque (OMS, 2003; Santé Canada, 2012), les symptômes respiratoires se manifestant davantage chez ce groupe de personnes (ANSES, 2012).</p>

Tableau A2 Risques à la santé associés aux principaux contaminants microbiologiques dont l'origine est à prédominance non fécale susceptibles de se retrouver dans les eaux récréatives (suite)

Agents	Risques à la santé associés
Bactéries	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<p>Problèmes de santé associés. L'infection peut toucher la peau, les yeux et les oreilles (OMS, 2003; Santé Canada, 2012). Des infections de plaies par <i>P. aeruginosa</i> ont aussi été liées aux spas (OMS, 2006). Dans les bains à remous, les problèmes de santé les plus fréquemment associés à <i>P. aeruginosa</i> sont les folliculites (ANSES, 2014; Brousseau <i>et al.</i>, 2009; OMS, 2006), qui sont plus importantes aux endroits recouverts par le maillot de bain (Perkins et Trimmier, 2017). Dans les piscines, <i>P. aeruginosa</i> est surtout lié à des otites externes (OMS, 2006). Par ailleurs, 70 % des otites externes et 50 % des kératites (surtout chez les porteurs de lentilles) seraient liées à <i>P. aeruginosa</i>, et l'immersion de la tête serait particulièrement un facteur de risque (ANSES, 2014).</p> <p>Temps d'incubation. Il serait de 18 à 24 h (OMS, 2003; Santé Canada, 2012). La folliculite apparaîtrait plutôt après 48 h (ANSES, 2014; Perkins et Trimmier, 2017).</p> <p>Facteurs aggravants. Les symptômes peuvent être plus graves chez les personnes immunodéprimées ou dont la santé est fragile (ANSES, 2014).</p>
<i>Staphylococcus aureus</i>	<p>Problèmes de santé associés. Sa présence dans l'eau pourrait notamment conduire à des infections de la peau, de plaies et des conjonctivites (Barna et Kadar, 2012).</p> <p>Temps d'incubation. Il serait jusqu'à 48 h (OMS, 2006).</p>

Tableau A3 Risques à la santé associés aux principales cyanotoxines susceptibles de se retrouver dans les eaux récréatives

Types de cyanotoxine	Risques à la santé associés
Anatoxines (neurotoxine)	Les symptômes se caractérisent par des crampes, des diarrhées, des vomissements et une mort rapide (OMS, 2003).
Cylindrospermopsines	Les symptômes incluent une insuffisance hépatique et rénale (NHMRC, 2008; OMS, 2003; Santé Canada, 2012). Ils peuvent apparaître plusieurs jours après l'exposition et il peut alors être difficile de faire le lien avec les eaux récréatives (OMS, 2003; Santé Canada, 2012).
Dermatotoxines et autres toxines irritantes	Les symptômes se présentent sous forme de brûlures et de démangeaisons, quelques minutes à quelques heures après la baignade (OMS, 2003), suivi de dermatites (OMS, 2003; Santé Canada, 2012). Les toxines aplysiatoxines et lyngbyatoxines plus particulièrement peuvent engendrer des dermatites graves. Les LPS contenus dans la membrane cellulaire des cyanobactéries pourraient aussi causer des effets irritants (Belleville <i>et al.</i> , 2010; Santé Canada, 2012) ainsi que des symptômes gastro-intestinaux (Belleville <i>et al.</i> , 2010). Le risque associé aux LPS est toutefois considéré comme étant mineur (NHMRC, 2008).

Tableau A3 Risques à la santé associés aux principales cyanotoxines susceptibles de se retrouver dans les eaux récréatives (suite)

Types de cyanotoxine	Risques à la santé associés
Microcystines (hépatoxine)	Les symptômes rapportés sont notamment des céphalées, des nausées, des vomissements, des diarrhées, des douleurs abdominales et musculaires, de la fièvre, des éruptions cutanées ainsi que des irritations des oreilles et des yeux (Chorus et Bartman, 1999 dans Santé Canada, 2012). Les microcystines ont été classées comme cancérigènes possibles par le CIRC (Groupe 2B) (CIRC, 2010)
Nodularines (hépatoxine)	Leur toxicité est similaire aux microcystines (Afssa et Afsset, 2006; Santé Canada, 2012).
Saxitoxines (neurotoxine)	Les symptômes comprennent une paralysie musculaire pouvant s'avérer mortelle par insuffisance respiratoire (Santé Canada, 2012).

CIRC : Centre international de Recherche sur le Cancer.

LPS : lipopolysaccharides.

Références

- Afssa et Afsset. (2006). *Rapport sur l'évaluation des risques liés à la présence de cyanobactéries et de leurs toxines dans les eaux destinées à l'alimentation, à la baignade et autre activité récréative*. France, Paris : Agence française de sécurité sanitaire des aliments et Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail. Repéré à <https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX-Ra-Cyanobacteries.pdf>
- ANSES. (2012). *Évaluation des risques sanitaires liés aux piscines - Partie 1 : piscines réglementées*. Paris, France : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Repéré à <https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2007sa0409Ra.pdf>
- ANSES. (2014). *Évaluation des risques sanitaires liés aux piscines - Partie 2 : bains à remous*. Paris, France : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Repéré à <https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2007sa0409Ra-2.pdf>
- Barna, Z. et Kadar, M. (2012). The risk of contracting infectious diseases in public swimming pools. A review. *Annali dell'Istituto superiore di sanita*, 48(4), 374-86.
- Belleville, D., Dubé, K., Phaneuf, D., Gauvin, D., Gervais, M.-C., Brisson, G., Lévesque, B. et Chevalier, P. (2010). *Mémoire déposé à la Commission des transports et de l'environnement concernant les effets potentiels sur la santé liés à la présence des algues bleu-vert (cyanobactéries)*. Institut national de santé publique du Québec. Repéré à <https://www.inspq.qc.ca/en/node/3130>
- Brousseau, N., Lévesque, B., Guillemet, T., Gauvin, D., Giroux, J.-P., Cantin, P., Gingras, S., Laverdière, D. (2009). *Étude de la contamination microbiologique de spas publics au Québec*. Institut national de santé publique du Québec. Repéré à https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/960_ContaminationMicroSpasQc.pdf
- Chalmers, R. M. (2012). Waterborne outbreaks of cryptosporidiosis. *Annali dell'Istituto superiore di sanita*, 48(4), 429-46.

- CIRC. (2010). *IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans - Volume 94 - Ingested nitrate and nitrite, and cyanobacterial peptide toxins*. Lyon, France : Centre international de recherche sur le cancer. Repéré à <https://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol94/mono94.pdf>
- NHMRC. (2008). *Guidelines for Managing Risks in Recreational Water*. Australie: National Health and Medical Research Council. Repéré à <https://www.nhmrc.gov.au/files/nhmrc/publications/attachments/eh38.pdf>
- OMS. (2003). *Guidelines for safe recreational water environments - Volume 1 - Coastal and fresh waters*. Genève, Suisse : Organisation mondiale de la Santé. Repéré à <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42591/9241545801.pdf;jsessionid=BDBFBB57A0C8DAB254EAEEE2908F1ADF?sequence=1>
- OMS. (2006). *Guidelines for safe recreational water environments - Volume 2 - Swimming pools and similar environments*. Genève, Suisse : Organisation mondiale de la Santé. Repéré à http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43336/9241546808_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- OMS. (2007). *Legionella and the prevention of legionellosis*. Genève, Suisse : Organisation mondiale de la Santé. Repéré à http://www.who.int/water_sanitation_health/emerging/legionella.pdf
- Perkins, A., et Trimmier, M. (2017). Recreational Waterborne Illnesses: Recognition, Treatment, and Prevention. *American Family Physician*, 95(9), 554-560.
- Ryan, U., Lawler, S. et Reid, S. (2017). Limiting swimming pool outbreaks of cryptosporidiosis - the roles of regulations, staff, patrons and research. *Journal of water and health*, 15(1), 1-16.
- Sanborn, M., et Takaro, T. (2013). Recreational water-related illness: office management and prevention. *Canadian family physician Medecin de famille canadien*, 59(5), 491-5.
- Santé Canada. (2012). *Recommandations au sujet de la qualité des eaux utilisées à des fins récréatives au Canada - 3^e édition*. Ottawa, Ontario : Gouvernement du Canada. Repéré à <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/publications/vie-saine/recommandations-sujet-qualite-eaux-utilisees-fins-recreatives-canada-troisieme-edition.html>
- Sinclair, R. G., Jones, E. L. et Gerba, C. P. (2009). Viruses in recreational water-borne disease outbreaks: a review. *Journal of Applied Microbiology*, 107(6), 1769-1780.

