

## Impacts de l'exposition humaine aux cyanobactéries et à leurs toxines : amélioration des connaissances et de la gestion des épisodes de fleurs d'eau de cyanobactéries au Québec

### **Équipe de recherche**

**LÉVESQUE, Benoît**, Université Laval

Barbeau, Benoît, École Polytechnique, Université de Montréal

Bird, David F., Université du Québec à Montréal

Brisson, Geneviève, Institut national santé publique

Chevalier, Pierre, Institut national santé publique

Dewailly, Éric, Université Laval

Fortin, Nathalie, Institut de recherche en biotechnologie

Gauvin, Denis, Institut national santé publique

Gervais, Marie-Christine, Institut national santé publique

Gingras, Suzanne, Institut national santé publique

Greer, Charles, Institut de recherche en biotechnologie

Laouan Sidi, Elhadji, Axe santé des populations et environnement, Centre hospitalier universitaire de Québec

Savard, Michel, Direction de santé publique des Laurentides

Tardif, Robert, Université de Montréal

### **Partenaires**

Municipalité de Roxton Pond

Municipalités de St-Armand, de St-Georges-de-Clarenceville, de Venise-en-Québec

Municipalité de St-Ferdinand

Corporation Bassin Versant Baie Missisquoi

Conservation Baie Missisquoi

Comité d'environnement du Lac Roxton

Association des riverains du Lac William

Direction de santé publique de la Montérégie et de la Mauricie/Centre-du-Québec

## **Étudiants**

### **Universitaire**

Champagne Langlais, Maude, baccalauréat en génie biotechnologique, Université de Sherbrooke

Desroches, Charles, baccalauréat en génie biotechnologique, Université de Sherbrooke

Doyon, Sabrina, baccalauréat en biologie, Université Laval

Dubé, Karine, maîtrise en anthropologie, Université Laval

Faille, Catherine, baccalauréat en biologie, Université Laval

Fuica, Daniel, maîtrise en santé environnementale et santé au travail, Université de Montréal

Rivard, Gabrielle, baccalauréat en biologie, Université Laval

### **Collégial**

Bédard, Rémi, bio-écologie, Cégep Ste-Foy

Caouette, Rémi, bio-écologie, Cégep Ste-Foy

Van Horn, Vincent, Environmental and Wildlife Management, Cégep Vanier

### **Secondaire**

Raymond, Julie

## **INTRODUCTION**

Le projet de recherche a été structuré de manière à répondre à trois biens livrables. Deux de ces biens livrables ont été réalisés dans le cadre d'un stage supervisé par le Dr Michel Savard. Tel que libellé dans l'appel de propositions de projets, ces deux livrables sont : 1) l'élaboration d'une définition de cas afin de permettre aux équipes de santé publique de réaliser des investigations pour mener des enquêtes épidémiologiques sur le terrain; 2) l'élaboration d'un protocole visant à réaliser ces enquêtes en cas d'éclosion.

L'étudiant candidat à la maîtrise en santé environnementale et santé au travail, M. Daniel Fuica, a d'abord fait une revue de littérature exhaustive portant sur les études concernant les atteintes à la santé liées à une exposition aux cyanobactéries, ce qui a permis de définir des syndromes compatibles avec une exposition probable aux cyanobactéries. Des pistes de réflexion en rapport avec la mise en place d'un protocole d'investigation des effets sur la santé en relation avec l'exposition aux cyanobactéries ont été également élaborées par M. Fuica dans le cadre de son travail de maîtrise. Une fois ces travaux complétés, ils ont été bonifiés par le Dr Savard. L'ensemble de ces résultats ont été présentés lors du premier Forum de transfert en janvier 2011. Par la suite, ils ont été présentés aux membres du Groupe cyanobactéries de la Table nationale de concertation en santé environnementale (TNCSE), laquelle regroupe des représentants de chacune des directions régionales de la santé publique. Le Dr Savard a proposé un protocole sous forme d'algorithmes utilisables dans le cadre d'un plan d'investigation de signalements de cas à une direction de santé publique répondant ainsi aux deux premiers biens livrables. Nous reviendrons sur les retombées des travaux du Dr. Savard dans la section sur l'applicabilité des résultats et les retombées escomptées.

Le troisième bien livrable était la réalisation d'une étude épidémiologique prospective chez les riverains de lacs québécois concernant les impacts à la santé de l'exposition aux cyanobactéries. Le protocole qui fut proposé en était un à deux volets, un volet santé (volet 1) et un volet social (volet 2). Dans la section suivante, nous décrivons les objectifs, la méthodologie et les résultats de façon séquentielle en commençant par le volet 1. Par la suite, on traitera de l'applicabilité des résultats et des retombées escomptées pour les trois éléments principaux du projet, soit les deux premiers biens livrables et les volets 1 et 2 de l'étude prospective.

## **ÉTUDE PROSPECTIVE**

### **Volet 1 : Effets sur la santé**

L'objectif général du volet 1 était de documenter chez une population riveraine de lacs affectés par des cyanobactéries, les symptômes liés à l'exposition aux cyanobactéries et à leurs toxines. Les objectifs spécifiques étaient d'évaluer la relation entre l'exposition aux cyanobactéries et aux cyanotoxines et l'incidence de symptômes chez les riverains.

### Méthodologie

Trois lacs ont été choisis sur la base de leur historique de cyanobactéries, de l'importance de la population riveraine et de l'intérêt des associations de riverains et des municipalités, soit le lac William (Centre-du-Québec), le lac Roxton (Montérégie) et la Baie Missisquoi du lac Champlain (Montérégie). Pour être admis dans l'étude, les participants devaient avoir cinq ans et plus, résider en bordure du plan d'eau et avoir un accès privilégié au lac. On n'admettait pas plus de 3 participants par famille. Un total de 400 adresses a été sélectionné de façon aléatoire pour chacun des lacs. Suite à une lettre d'information sur le projet, le recrutement s'est fait par téléphone.

Pour la collecte de données, deux outils ont été utilisés. Un questionnaire familial pour documenter différentes variables individuelles (caractéristiques sociodémographiques, l'histoire médicale, etc.) et un journal quotidien de symptômes pour recueillir chez les participants les symptômes potentiellement associés aux cyanobactéries ainsi que les contacts directs (baignade, ski nautique, planche à voile, embarcation avec mise à l'eau, chute...) ou indirects (pêche, embarcation sans mise à l'eau : kayak, canot, ponton...) avec l'eau du lac et leur localisation.

Parallèlement, une surveillance environnementale des plans d'eau a été effectuée. Des prélèvements quotidiens ont été réalisés à cinq stations d'échantillonnage de littoral au lac William et à la Baie Missisquoi, et à quatre stations au lac Roxton. On prenait également deux prélèvements limnétiques par semaine à une station au lac Roxton et à deux stations au lac William et à la Baie Missisquoi. Les échantillons ont été analysés par microscopie pour déterminer le nombre de cyanobactéries. On a également vérifié la présence de microcystines extracellulaires et intracellulaires au moyen d'une trousse ELISA (Abraxis) ainsi que des endotoxines détectées à l'aide de la méthode au lysat d'améboocytes de limule (LAL) (Charles River Laboratories, Boston). Pour cette dernière analyse, les échantillons ont été congelés et analysés plusieurs mois après le prélèvement, ce qui peut entraîner une diminution des concentrations détectées (O'toole et al., 2009). Dès lors, les résultats obtenus doivent être interprétés plus sur une base ordinale que strictement quantitative. Finalement, une fois par semaine aux mêmes sites d'échantillonnage, on a documenté la présence d'*Escherichia coli* par membrane filtrante. Pour des raisons de logistique et en raison de facteurs impondérables, quelques prélèvements n'ont pas été réalisés.

Les symptômes des participants ont été examinés individuellement ou en catégories (cutanés, oculaires, respiratoires, oreilles, gastrointestinaux, douleurs musculaires, maux de tête, plaies aux lèvres et à la bouche). Pour les symptômes respiratoires, on a créé deux indices, soit les symptômes respiratoires hauts (écoulement nasal ou mal de gorge) et bas (toux ou respiration sifflante) (Tager et Speizer, 1976). Deux indices ont également été créés pour les symptômes gastrointestinaux, soit GI1 (diarrhée (3 selles liquides/jour) ou douleur abdominale ou nausées ou vomissements) et un indice de symptômes plus sévères GI2 (diarrhée ou vomissements ou (nausées et fièvre) ou (crampes abdominales et fièvre)) (Wiedenmann et al., 2006). On a déterminé le nombre d'épisodes de chacune des catégories de symptômes en tenant compte d'un intervalle de 6 jours sans symptômes entre les épisodes. Suite à un épisode, on vérifiait la présence d'un contact avec le plan d'eau la journée même et pour une période de 3 jours avant l'épisode pour les douleurs musculaires et les symptômes gastrointestinaux (GI1 et GI2). Pour les autres symptômes, la période était la journée même et une journée avant l'épisode. L'incidence des différents symptômes a été modélisée en fonction des contacts avec les plans d'eau, de la présence des cyanobactéries (dénombrements) et de celle des endotoxines en tenant compte des facteurs confondants significatifs ( $p \leq 0,1$ ) et de l'appartenance à une même famille. Les microcystines stratifiées en tertiles ont également été modélisées, mais en raison de la forte corrélation avec les dénombrements de cyanobactéries (coefficient de corrélation polychorique = 0,81), les résultats sont relativement identiques et il n'a pas été jugé pertinent de les présenter ici.

## Résultats

Au total, 267 familles et 466 personnes ont participé à l'étude. On comptait respectivement 95 (155 participants), 83 (150 participants) et 89 (161 participants) familles aux lacs William, Roxton et à la Baie Missisquoi. Globalement, on comptait 245 femmes (53%) et 221 hommes (47%). La répartition par âge se distribuait comme suit : 0-20 ans : 11%; 21-40 ans : 12%; 41-60 ans : 39%, > 60 ans : 38%. On a répertorié durant la période à l'étude 3163 contacts avec les

plans d'eau, soit 1560 au lac William (directs : 654; indirects : 884; inconnus : 22), 765 au lac Roxton (directs : 314; indirects : 444; inconnus : 7) et 838 à la Baie Missisquoi (directs : 580; indirects : 226; inconnus : 32).

La moyenne géométrique des prélèvements de *Escherichia coli* pour chacune des stations variait de 8 à 36 ufc/100ml au lac William, de 2 à 66 ufc/100ml au lac Roxton et de 0 à 145 ufc/100ml à la Baie Missisquoi. Respectivement 7%, 3% et 6% des échantillons recueillis au lac William, au lac Roxton et à la Baie Missisquoi dépassaient la limite de référence canadienne de 200 ufc/100ml pour les eaux récréatives (CFPHMT, 1992).

Concernant les dénombrements de cyanobactéries au lac William, la médiane des échantillons de littoral était de 1033 cellules (cel)/ml, et celle des échantillons limnétiques de 11238 cel/ml. Au lac Roxton, les valeurs médianes documentées pour les échantillons de littoral et limnétiques étaient respectivement 20002 cel/ml et 69050 cel/ml relativement comparable aux médianes de 21485 cel/ml et de 67912 cel/ml mesurées à la Baie Missisquoi pour les mêmes paramètres.

Pour les trois lacs, on a détecté la présence de microcystine extracellulaire chez seulement 14% (115/796) des prélèvements de littoral et 18% (11/61) des prélèvements limnétiques. Les médianes étaient inférieures à la limite de détection (0,0001 µg/l), et la valeur maximale a été de 5 µg/l. Après addition des concentrations de microcystines extracellulaires et intracellulaires, permettant de déterminer les concentrations de microcystines totales, les médianes des échantillons littoraux et limnétiques au lac William était inférieures à la limite de détection et la valeur maximale de l'ensemble des échantillons était de 0,6 µg/l. Au lac Roxton, les médianes des échantillons de littoraux et limnétiques étaient respectivement 0,2 µg/l et 0,1 µg/l. Certaines valeurs pouvaient être élevées; les valeurs maximales pour chacune des stations de littoral variant de 12 à 109 µg/l. La valeur maximale de la station limnétique était de 1 µg/l. À la Baie Missisquoi, les médianes des échantillons littoraux et limnétiques étaient respectivement 0,7 µg/l et 0,4 µg/l. Comme au lac Roxton mais d'une façon encore plus prononcée, on a documenté des valeurs très élevées; les valeurs maximales des échantillons littoraux variant de 22 à 774 µg/l. La valeur maximale des échantillons limnétiques était de 125 µg/l.

Les médianes des valeurs d'endotoxines pour les stations de littoral et limnétiques au lac William étaient respectivement de 30 et 16 unités d'endotoxine (UE)/ml. La médiane pour la station limnétique au lac Roxton était 22 UE/ml et celles des stations littorales s'élevait à 57 UE/ml. Finalement, à la Baie Missisquoi, les médianes des concentrations littorales et limnétiques étaient respectivement de 375 UE/ml et 25 UE/ml.

Les épisodes de symptômes déclarés par les participants se répartissaient comme suit : respiratoires, 322; maux de tête, 228; gastrointestinaux GI1, 180 et GI2, 88; oculaires, 169; douleurs musculaires, 130; cutanés, 124; oreilles, 55; plaies à la bouche, 39.

Les symptômes gastrointestinaux étaient associés aux contacts avec les plans d'eau. Pour l'indice GI1, le risque relatif (RR) ajusté de développer les symptômes suite à un contact avec le lac comparé aux participants du lac qui n'ont pas eu de contacts était significativement plus élevé au lac Roxton (RR= 2,72, IC95%= 1,31-5,63) et à la Baie Missisquoi (2,48, IC95%= 1,14-5,36). Au lac William, le RR était inférieur à 1 mais non significatif (0,43, IC95%= 0,16-1,16). Pour l'indice GI2, le RR ajusté était significativement plus élevé au lac Roxton (RR= 3,99; IC95%= 1,50-10,60) et à la limite de la signification statistique à la Baie Missisquoi (RR= 2,71; IC95%= 1,00-7,35). Il était significativement plus bas au lac William (RR= 0,28, IC95%= 0,08-0,97).

Tous ces modèles ont été ajustés pour des variables potentiellement confondantes. Parmi les variables significatives, on note l'alimentation en eau potable. Une variable à trois niveaux a été créée, les familles de Philipsburg (St-Armand) alimentés par l'usine de Bedford qui puise son eau dans la Baie Missisquoi, les familles avec une source d'eau susceptible d'être à risque de contamination fécale (eau à risque : puits de surface, eau puisée directement du lac) et les autres (non à risque). Pour GI1, le risque de développer les symptômes était significativement plus élevé pour les citoyens de Philipsburg (RR= 3,87; IC95%= 1,62-9,21) et à la limite de la signification statistique pour ceux alimentés en eau à risque (RR= 1,89; IC95%= 1,00-3,57). Pour GI2, le RR pour les participants de Philipsburg était plus élevé mais non significatif sur le plan statistique (RR= 2,84, IC95%= 0,82-9,79). Par contre, il était significativement plus élevé pour ceux alimentés en eau à risque (RR= 3,17; IC95%= 1,36-7,35). Pour tous les modèles subséquents concernant les symptômes gastrointestinaux (voir prochains paragraphes), cette variable concernant l'alimentation en eau potable donnait grossièrement les mêmes résultats.

Concernant les autres symptômes, aucun n'était associé à la fréquentation des plans d'eau. Cependant, l'alimentation en eau potable qui, en fonction de la plausibilité a été analysée ici à deux niveaux, soit les participants de Philipsburg et les autres considérés comme non à risque, a montré des risques significatifs dans les régressions modélisant les contacts pour les douleurs musculaires (RR= 7,35, IC95%= 3,75-14,38), les symptômes cutanés (RR= 2,65, IC95%= 1,09-6,44) et les symptômes aux oreilles (RR= 6,10, IC95%= 2,48- 15,03). Évidemment, il faut être prudent dans l'interprétation de ces données en raison de l'imprécision due aux faibles effectifs dénotée par la largeur des intervalles de confiance, mais les résultats sont cohérents sur le plan statistique.

Tous les résultats suivants ne concernent que les symptômes gastrointestinaux regroupés sous les indices GI1 et GI2. Nous avons examiné les contacts avec le plan d'eau en les stratifiant en contacts directs et contacts indirects. Pour GI1 et GI2, il n'y avait pas d'augmentation du RR ajusté pour les contacts directs (GI1 : RR= 0,92; IC95%= 0,49-1,74; GI2 : RR= 0,86; IC95%= 0,36-2,05). Cependant, les risques relatifs étaient significativement plus élevés pour les contacts indirects (GI1 : RR= 2,73; IC95%= 1,57-4,74; GI2 : RR= 3,08; IC95%= 1,47-6,47). Cette apparente incohérence peut s'expliquer par l'hypothèse d'une mauvaise classification faite par les participants entre les contacts directs et indirects générant ici un chevauchement entre les deux types de contacts. Dans une étude épidémiologique, on appelle ce biais une *misclassification* et même un faible pourcentage d'évènements mal classés peut affecter les données de façon importante. Une autre explication est que les participants évitent les proliférations importantes de cyanobactéries lors de contacts directs alors qu'ils ne le font pas lors de contacts indirects. Nous avons modélisé les contacts en relation avec la température, les précipitations, et les dénombrements de cyanobactéries en nombre de cel/ml. Le RR (ajusté pour la température extérieure et les précipitations) d'entrer en contact avec de l'eau contenant au-delà de 100000 cel/ml versus une exposition à moins de 20000 cel/ml est significativement inférieur à 1 pour les contacts directs (RR= 0,62 ; IC95%= 0,46- 0,84) alors que ce n'est pas le cas pour les contacts indirects (RR= 1,09; IC95%= 0,86- 1,39).

Pour les effets gastrointestinaux, nous avons examiné la relation entre les contacts en fonction du décompte cellulaire en vertu des limites de référence de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), soit 20000 cel/ml pour une faible probabilité d'effets à la santé, et 100000 cel/ml pour une probabilité modérée d'effets sur la santé (INSPQ, 2005). Pour GI1, on ne note pas d'augmentation du risque ajusté en fonction du nombre de cellules (**moins de 20000 cel/ml:** RR= 2,19; IC95%= 1,15-4,16; **20000- 100000 cel/ml:** RR= 1,27; IC95%= 0,47- 3,41; **plus de 100000 cel/ml :** RR= 2,26; IC95%= 1,26-4,06). Cependant, pour les symptômes plus sévères (GI2), on a noté une augmentation du risque en fonction du nombre de cellules avec un test de

tendance significatif suggérant une relation dose effet (**moins de 20000 cel/ml**: RR= 1,52; IC95%= 0,65-3,51; **20000- 100000 cel/ml**: RR= 2,71; IC95%= 1,02- 7,16; **plus de 100000 cel/ml** : RR= 3,28; IC95%= 1,69-6,37; valeur p du test de tendance= 0,001). Le risque devenait statistiquement significatif à 20000 cel/ml et était très significatif à 100000 cel/ml.

Concernant les microcystines totales, nous avons examiné les épisodes de symptômes gastrointestinaux en fonction de la limite de référence de 16 µg/l (microcystine-LR toxicité équivalente) suggérée par l'Institut national de santé publique du Québec (2005). Aucun épisode n'a été répertorié au-dessus de cette valeur. Finalement, en regard des personnes exposées aux endotoxines stratifiés en trois tertiles versus les non exposés, le RR ajusté pour les symptômes GI1 passait de 1,62 (IC95%= 0,76-3,49) pour le tertile 1 (moins de 26 EU/ml) à 1,48 (IC95%= 0,66- 3,32) pour le tertile 2 (26-48 EU/ml) et 2,61 (IC95%= 1,49-4,55) pour le tertile 3 (plus de 48 EU/ml). Le RR augmente donc significativement dans le troisième tertile mais il n'y a pas d'augmentation du risque entre les deux autres tertiles. Par contre, pour GI2, on note, tout comme pour les dénombrements, une augmentation du RR en fonction des tertiles (T1 : RR= 1,14 (IC95%=0,35-3,70), T2 : RR= 2,14 (IC95%= 0,79-5,81), T3 : RR= 2,82 (IC95%= 1,52-5,24)) avec une augmentation significative du risque à partir du troisième tertile et une tendance significative (p tendance = 0,003) suggérant une relation dose-effet. La relation entre les endotoxines et les symptômes gastrointestinaux est assez comparable à celle documentée avec les dénombrements. Il est difficile à l'heure actuelle de discriminer quel est le facteur prédominant, mais on doit se rappeler qu'il y a une corrélation faible mais existante (coefficient de corrélation polychorique= 0,50) entre ces deux variables et qu'une proportion non négligeable des endotoxines est en lien direct avec la présence des cyanobactéries étant des composantes de leur paroi cellulaire.

## **Volet 2 : Dimensions sociales et culturelles de la prolifération des cyanobactéries**

L'étude sociale a visé les objectifs suivants :

- Décrire les opinions exprimées par les participants au sujet des cyanobactéries et des mesures visant à les éliminer et à protéger la santé publique;
- Identifier les représentations sociales du risque et de la nature véhiculées à travers les discours sur différents lacs et sur les cyanobactéries;
- Déterminer ce qui influence l'observance des mesures en lien avec la prolifération des cyanobactéries et comparer les résultats obtenus à plusieurs lacs.

### Méthodologie

Pour réaliser ces objectifs, une recherche qualitative a été menée en 2009 et 2010 dans les trois lacs sélectionnés pour l'étude du volet de santé physique (lac William, Baie Missisquoi et lac Roxton). Le lac William a fait l'objet d'une étude de cas plus approfondie. Pour la collecte des données, nous avons réalisé des groupes de discussion (66 participants au total), des entrevues individuelles (13 au total) et des sessions d'observation participante. Des citoyens, des agriculteurs, des commerçants, des autorités municipales, des membres de groupes environnementaux et des fonctionnaires gouvernementaux ont été interrogés. Souvent, leurs opinions étaient convergentes. Au printemps 2011, les résultats préliminaires de l'étude ont été validés lors d'un groupe de discussion réunissant des représentants de différents groupes d'acteurs sociaux concernés par le phénomène des cyanobactéries.

## Résultats

### ***Représentations sociales des cyanobactéries***

Les représentations sociales sont des éléments culturels collectifs permettant de se représenter le risque, et ont une influence sur les pratiques et les interventions à cet égard. Dans l'étude des cyanobactéries, six représentations sociales distinctes ont pu être dégagées. Trois d'entre elles ont été évoquées plus fréquemment par les participants à la recherche et mettent en exergue les aspects négatifs associés aux cyanobactéries : *objet de dégoût*, *source de risques potentiels* et *signe de la dégradation des écosystèmes lacustres*. D'autres représentations des cyanobactéries les associent à des objets « neutres », soit en tant que *manifestations dites « naturelles »*, soit par leur *caractère inoffensif*. Enfin, une dernière représentation sociale montre qu'elles peuvent être perçues comme des *organismes méconnus*.

### ***Impacts personnels et communautaires liés au phénomène***

Nous avons pu constater que la prolifération des cyanobactéries entraîne des impacts pour les individus et les communautés. Les informateurs de tous les sites à l'étude ont notamment relevé ces effets : diminution des activités nautiques, de la pêche et de la consommation de poissons et réduction du bien-être personnel et communautaire (sentiments de crainte et de déception, tensions sociales). Des personnes appréhendent aussi les impacts suivants : réduction de la valeur immobilière, baisse de l'achalandage touristique et contamination de l'eau potable (un seul site). La façon dont les cyanobactéries et les causes de leur prolifération sont perçues et représentées, autant par les individus que par les autorités, semble influencer les attitudes à leur égard, et peut contribuer aux effets ressentis ou anticipés.

### ***Facteurs d'influence sur l'observance des mesures de prévention***

La littérature scientifique montre que les représentations sociales influencent la façon dont les recommandations, les avis et autres prescriptions des autorités sont respectés. Cette situation a été relatée par les informateurs rencontrés. Elle semble encore plus importante quand ce sont des recommandations, soit des mesures qui ne sont pas imposées.

Dans le cas des cyanobactéries, les mesures réglementaires associées à l'environnement paraissent respectées. Le degré d'observance semble varier par rapport aux mesures visant la prévention de la santé humaine. Ceux pour qui les cyanobactéries représentent un objet de dégoût ou une source de risques potentiels évitent généralement d'entrer en contact avec l'eau lors des épisodes de prolifération, tandis que ceux pour qui elles représentent des organismes inoffensifs ne prennent pas de précautions particulières, même lorsqu'un avis de santé publique le recommande. Outre les représentations sociales, d'autres facteurs influencent aussi l'observance des mesures associées au phénomène des cyanobactéries : les avantages et les inconvénients (réels ou perçus); l'incertitude scientifique, notamment quant aux risques pour la santé; et l'opinion sur les autorités et leur rôle dans la gestion du risque.

### ***Opinions sur le rôle des autorités***

En matière de gestion du risque à la santé, certains participants à la recherche considèrent que les mises en garde émises par les autorités de santé publique assurent bien la protection des citoyens, tandis que d'autres estiment que les informations diffusées au sujet des risques pour la santé ne sont pas suffisamment précises et que les avertissements n'arrivent pas toujours au bon moment. Une certaine confusion semble exister au sein de la population quant aux rôles de chacun des intervenants impliqués dans la gestion du phénomène des cyanobactéries. Par ailleurs, les informateurs perçoivent un manque de communication entre les différents ministères responsables de la gestion du phénomène. Des opinions mitigées concernant la gestion environnementale ont aussi été relevées dans le cadre de cette recherche.

## **APPLICABILITÉ DES RÉSULTATS ET RETOMBÉES ESCOMPTÉES**

### ***Deux premiers biens livrables***

Suite aux travaux concernant les deux premiers biens livrables, le réseau de santé publique peut, avec les outils développés, prendre en charge des signalements de cas humains possiblement liés à la présence de cyanobactéries. Dans ce contexte, le document « Procédures de prise en charge de cas humains » est un guide d'intervention succinct. Une grille de classement de symptômes pouvant être associés à l'exposition à des cyanobactéries a aussi été préparée. Deux questionnaires complètent ces documents, l'un pour recueillir les informations de base sur les personnes affectées, l'autre pour documenter les symptômes rapportés, les lieux d'exposition, les activités pratiquées et la survenue d'autres cas par approche concentrique. Globalement, les directions de santé publique ont maintenant en main des outils leur permettant d'investiguer des cas de problèmes de santé possiblement associés aux cyanobactéries et, le cas échéant, de réaliser les enquêtes appropriées.

### **Étude prospective**

#### **Volet 1**

Il faut bien admettre que la littérature épidémiologique n'est pas claire quant aux effets sur la santé en lien avec l'exposition humaine aux cyanobactéries. Le protocole de cette étude a cependant permis d'étudier cet aspect avec suffisamment de puissance statistique. Malgré le faible échantillon, on a noté une augmentation significative de différents symptômes (gastrointestinaux GI1, douleurs musculaires, cutanés, symptômes à l'oreille) chez les participants dont la résidence est alimentée en eau par la Baie Missisquoi. La méthodologie de l'étude ne permet pas de vérifier l'exposition de façon précise de ces participants par l'eau potable et il est prématuré de parler de relation causale, mais pour certains symptômes, la relation statistique est très significative. De l'ensemble des symptômes étudiés, seuls les symptômes gastrointestinaux ont toutefois été associés aux contacts avec les plans d'eau. On a noté une augmentation significative des symptômes chez les riverains des deux lacs avec des proliférations importantes (Baie Missisquoi et lac Roxton), mais pas chez ceux du lac William où les dénombrements de cyanobactéries étaient peu importants. De plus, on a documenté une augmentation du risque suggérant une relation dose-effet pour l'indice de symptômes gastroentériques le plus sévère (GI2). Concernant l'ampleur du risque, le RR ajusté de 3,28 pour l'indice GI2 pour une exposition de plus de 100000 cel/ml dans l'étude actuelle est du même ordre de grandeur que celui de 3,55 relatif à une exposition de plus de 180 *Escherichia coli*/100 ml documenté par Wiendenman et al. (2006) dans une vaste étude réalisée chez des baigneurs en Allemagne. Finalement, concernant les endotoxines, on a également noté une augmentation du risque pour l'indice GI2 qui suggère une relation dose-effet avec une augmentation du risque significatif à partir du troisième tertile. L'effet est très comparable à celui documenté avec les dénombrements et il est difficile de déterminer la prépondérance d'un paramètre par rapport à l'autre, les deux étant intimement associés. Il nous apparaît clair que ces résultats pourront être utilisés dans le futur pour la gestion des fleurs d'eau en relation avec la santé publique.

## Volet 2

Cette recherche montre l'intérêt d'aborder des phénomènes naturels tels que la prolifération des cyanobactéries en tant que représentation socioculturelle. Cette approche permet d'envisager les impacts liés à ces phénomènes sous un angle différent, et de constater les effets qui en résultent. Enfin, l'étude des représentations sociales et des attitudes associées à de tels phénomènes peut :

- amener une meilleure compréhension de leurs effets sur le plan individuel, social et économique;
- raffiner les méthodes de gestion et de communication des risques afin qu'elles soient mieux adaptées aux particularités de chaque milieu;
- améliorer les interactions entre les partenaires (par exemple, les groupes environnementaux, les représentants de l'État et les municipalités);
- stimuler l'implication des citoyens dans la gestion des enjeux liés à l'environnement;
- renforcer leurs capacités de résilience, soit d'adaptation à des situations modifiant le cours de choses, souvent difficiles ou néfastes.

Pour une meilleure gestion des risques, les aspects sociaux et culturels devraient donc être pris en considération dans les interventions visant la protection de la santé publique et la résolution des enjeux environnementaux.

## Références

Comité consultatif fédéral-provincial de l'hygiène du milieu et du travail (CFPHMT). Recommandations au sujet de la qualité des eaux utilisées à des fins récréatives au Canada. Approvisionnement et Services Canada, Ottawa, 1992.

Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). Propositions de critères d'intervention et de seuils d'alerte pour les cyanobactéries. Québec, 2005.

O'toole J, Sinclair m, Jeavons T, Leder K. Influence of sample preservation on endotoxin measurement in water. *Water Sci Techn* 2009; 60 : 1615-1619.

Tager IB, Speizer FE. Surveillance techniques for respiratory illness. *Arch Environ Health*, 1976;31:25-28.

Wiedenmann A, Krüger P, Dietz K, Lopez-Pila JM, Szewzyk R, Botzenhart K. A randomized controlled trial assessing infectious disease risks from bathing in fresh recreational waters in relation to the concentration of *Escherichia coli*, intestinal enterococci, *Clostridium perfringens* and somatic coliphages. *Environ Health Perspect* 2006; 114 : 228-236.