

## PLEINS FEUX SUR

# Les toxines cyanobactériennes dans l'eau potable



Publié : Juin 2025

## Introduction

Les cyanobactéries (appelées aussi algues bleu-vert) forment un groupe diversifié de bactéries photosynthétiques présentes naturellement dans tous les environnements comprenant des plans d'eau. De nombreux genres différents de cyanobactéries peuvent produire des toxines appelées cyanotoxines<sup>1</sup>. En général, les concentrations en cyanotoxines sont susceptibles d'augmenter lorsque les cyanobactéries prolifèrent pour former une efflorescence (appelée aussi fleur d'eau ou prolifération algale).

La croissance et le développement des efflorescences cyanobactériennes dépendent de plusieurs facteurs chimiques, physiques et biologiques. Les efflorescences se produisent sous une grande variété de conditions environnementales, parmi lesquelles on compte<sup>1-4</sup> :

- une abondance de nutriments (notamment le phosphore et l'azote provenant des eaux usées et des intrants agricoles et industriels);
- des eaux lentes ou stagnantes;
- des températures élevées (comme on en connaît à la fin de l'été et au début de l'automne);
- une faible disponibilité en dioxyde de carbone;
- une forte luminosité;
- un pH élevé.

Les conditions mentionnées ci-haut sont autant de facteurs favorables à la formation de fleurs d'eau et à la production conséquente de cyanotoxines. Les toxines peuvent être libérées à la fin d'un épisode d'efflorescence et persister dans l'eau même après que l'efflorescence se soit dissipée et ne soit plus visible, bien que la durée pendant laquelle les cyanotoxines se maintiennent dépende de nombreux facteurs, tels que le taux de dilution, le type de toxine et le taux de dégradation<sup>5</sup>. L'exposition à ces toxines présente un risque pour la santé humaine.

Le but de ce document « Pleins feux sur » est de fournir des informations en réponse aux questions suivantes :

1. Quels sont les effets aigus et chroniques sur la santé humaine de l'exposition aux toxines cyanobactériennes dans l'eau potable? Plus spécifiquement, y a-t-il des cas documentés de maladies humaines qui résultent de la consommation d'eau potable contaminée par des toxines cyanobactériennes?
2. Quelles sont les lignes directrices actuelles applicables aux cyanobactéries dans l'eau potable?
3. Quelles mesures ont-elles été prises pour réduire l'exposition aux toxines cyanobactériennes dans l'eau potable?

Ce document aborde la question de l'exposition par l'intermédiaire de l'eau potable. Les données relatives aux risques pour la santé humaine de l'exposition aux cyanobactéries dans les eaux récréatives font l'objet du document de Santé publique Ontario [Pleins feux sur : Les toxines cyanobactériennes dans les eaux douces récréatives](#).

# Principales constatations

- Les cyanobactéries, communément appelées algues bleu-vert, sont des bactéries photosynthétiques naturellement présentes dans l'eau qui forment à l'occasion des efflorescences affectant la qualité de l'eau et produisant dans certains cas des toxines nocives pour la santé humaine. La cyanotoxine la plus couramment étudiée est la microcystine-LR, considérée comme la cyanotoxine d'eau douce la plus importante, et qui peut persister dans l'eau même après que l'efflorescence se soit dissipée.
- Les données épidémiologiques sur les effets sur la santé humaine des cyanotoxines présentes dans l'eau potable sont limitées et sont souvent associées à une exposition à des eaux récréatives. Des rapports de cas suggèrent une association avec une variété d'effets aigus sur la santé humaine, tels que des gastro-entérites, des maux de gorge, de la toux sèche, des cloques buccales, des maux de tête, de la fièvre, de l'anorexie, de la pâleur, une respiration laborieuse, une faiblesse musculaire, des hépto-entérites et une élévation des taux d'enzymes hépatiques. L'exposition chronique aux microcystines peut augmenter le risque de développer un cancer du foie ou du côlon, mais des recherches supplémentaires sont nécessaires pour mieux évaluer la cancérogénicité de ces toxines.
- La norme de qualité de l'eau potable de l'Ontario est de 1,5 µg/L pour la microcystine-LR, et la concentration maximale acceptable selon Santé Canada pour les microcystines totales dans l'eau potable est aussi de 1,5 µg/L, mais avec une valeur de référence distincte de 0,4 µg/L pour les bébés nourris au lait maternisé. L'Ontario ne considère par contre aucune valeur distincte pour les nourrissons, mais conseille aux ménages non desservis par un réseau d'eau municipal d'utiliser une autre source d'eau pour reconstituer le lait maternisé lors d'un épisode de prolifération algale.
- De nombreuses cyanotoxines sont stables dans l'environnement et résistantes à la dégradation, et peuvent supporter plusieurs heures dans l'eau bouillante. Il existe des procédés de traitement de l'eau à l'échelle résidentielle capables d'éliminer les cellules cyanobactériennes intactes et les microcystines de l'eau potable. Des dispositifs certifiés conformes aux normes de traitement de l'eau potable par un organisme accrédité, tel que le NSF International (NSF) ou l'American National Standards Institute (ANSI), sont recommandés. Ces dispositifs doivent faire l'objet d'un entretien régulier selon les instructions du fabricant.

# Méthodologie

Une recherche de la littérature a été effectuée en novembre 2022 dans Medline, Embase, Scopus et Environment Complete. La stratégie de recherche a été élaborée par les Services de bibliothèque de SPO à l'aide d'une combinaison de termes de recherche comprenant (équivalents anglais) : microcystine, cyanotoxine, cyanobactérie, efflorescence algale nuisible, qualité de l'eau, eau potable, santé, maladie, exposition et toxicité. La recherche a fait ressortir 2 535 enregistrements; les titres et les résumés ont été retenus selon leur pertinence à l'égard des effets sur la santé humaine des cyanobactéries retrouvées dans l'eau potable. Des articles complémentaires ont été repérés à partir des listes de référence des articles retenus lors de la recherche, ainsi que par une recherche informelle dans la littérature grise. Une recherche de la littérature grise a aussi été effectuée en novembre 2022 en appliquant la même combinaison de termes de recherche dans des moteurs de recherche spécifiques (ciblant les ressources de santé publique) et dans Google. Les informations et les références sélectionnées à partir de la littérature grise ont été passées en revue pour s'assurer de leur pertinence. La stratégie détaillée pour les différentes recherches et les résultats correspondants sont disponibles sur demande.

# Principales constatations

## Cyanobactéries préoccupantes

Des proliférations de cyanobactéries ont été observées dans des sources d'eau potable provenant d'eaux de surface partout au Canada, à l'exception des territoires et de l'Île-du-Prince-Édouard (Î.-P.-É.), où l'eau potable provient exclusivement de sources souterraines<sup>1</sup>. Plus de 20 genres de cyanobactéries ont été identifiés comme pouvant produire des toxines, dont certains sont susceptibles de présenter un danger pour la santé humaine<sup>1</sup>. Lorsque présentes, les cyanotoxines atteignent probablement des concentrations maximales pendant la durée de l'efflorescence, mais en raison de leur stabilité dans l'environnement, elles peuvent ensuite persister pendant une courte période (par exemple, de quelques jours à quelques semaines) après la disparition apparente de l'efflorescence<sup>1,3</sup>. La dilution, l'adsorption (sur les sédiments ou la matière organique), la photolyse (dégradation par exposition à la lumière du soleil) et la biodégradation par des organismes aquatiques influencent la concentration de cyanotoxines dans une source d'eau<sup>1,2</sup>.

Il existe de nombreux types de cyanotoxines, qui incluent les microcystines, les nodularines, les anatoxines, la cylindrospermopsine, et les dermatotoxines<sup>3</sup>. Parmi les cyanotoxines présentes dans les environnements d'eau douce, les microcystines sont les plus préoccupantes pour la santé publique en raison de leur fréquence d'apparition et de leur stabilité dans l'environnement<sup>1,6</sup>. Les microcystines résistent à l'hydrolyse chimique et à l'oxydation, et peuvent supporter plusieurs heures dans l'eau bouillante<sup>1-3</sup>. On dénombre plus de 85 variantes différentes de microcystines, parmi lesquelles la microcystine-LR est souvent citée comme étant la variante la plus fréquente dans le monde<sup>1,3,7,8</sup>.

La microcystine-LR est la cyanotoxine la plus étudiée, et Santé Canada la considère comme la cyanotoxine d'eau douce la plus importante<sup>1</sup>. En Ontario, *Microcystis* est l'un des taxons de cyanobactéries qui ont été les plus fréquemment signalés entre 1994 et 2009<sup>9</sup>. La microcystine est également la cyanotoxine qui fait l'objet des directives canadiennes et ontariennes relatives à l'eau potable. Par conséquent, la plupart des documents consultés pour la rédaction du présent document concernent la microcystine-LR ou d'autres microcystines.

## Risques pour la santé humaine

Il y a peu de données épidémiologiques concernant les effets sur la santé humaine de l'exposition aux cyanotoxines présentes dans l'eau potable<sup>3</sup>. Selon des rapports de cas et des études épidémiologiques publiés dans la littérature scientifique citée par Santé Canada, l'Agence américaine de protection de l'environnement (EPA) et l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), les symptômes liés à l'ingestion de cyanotoxines chez l'humain sont variés et incluent des nausées, des vomissements, de la diarrhée, des maux de gorge, une toux sèche, des cloques dans la bouche, des crampes et des douleurs d'estomac, des maux de tête, de la fièvre, de l'anorexie, de la pâleur, une respiration laborieuse, une faiblesse musculaire et des niveaux élevés d'enzymes hépatiques<sup>1,2,7,10-12</sup>. Les toxines cyanobactériennes peuvent se retrouver dans l'eau douce en même temps que d'autres risques environnementaux courants (par exemple, des microbes pathogènes et des contaminants chimiques), et des recherches supplémentaires seraient nécessaires pour mieux comprendre les effets sur la santé d'une exposition combinée<sup>13</sup>.

## Effets aigus sur la santé humaine

L'ingestion d'eau potable est considérée comme le principal mode d'exposition à la microcystine-LR<sup>1,2</sup>. L'exposition aux cyanobactéries et à leurs toxines peut également se produire par contact cutané et par inhalation de particules aérosolisées lors d'une douche. Santé Canada note que si l'inhalation d'eau potable contaminée ne représente pas une source d'exposition importante, le fait de prendre un bain au lieu d'une douche peut néanmoins réduire l'exposition lors d'un épisode d'efflorescence<sup>1,14</sup>. Les autres sources possibles d'exposition incluent l'ingestion d'aliments (par exemple, la consommation de compléments alimentaires à base d'algues ou de poissons/fruits de mer pêchés dans des eaux où abondent les cyanobactéries) et l'ingestion d'eau lors d'activités récréatives (par exemple, l'ingestion accidentelle lors de la baignade et d'autres sports nautiques)<sup>2</sup>.

Wood a effectué une revue internationale des incidents liés à l'exposition aux cyanobactéries et des maladies humaines soupçonnées d'en découler<sup>15</sup>. Il n'y est fait mention d'aucun rapport canadien sur l'eau potable, mais cinq rapports de cas de morbidité aiguë au Canada ont été attribués à l'exposition à des toxines cyanobactériennes en eau douce lors d'activités récréatives. Les divers symptômes signalés dans ces rapports traitant des eaux récréatives incluent des maux de tête, des nausées, des troubles gastro-intestinaux, de la diarrhée, des vomissements, des crampes gastriques, des douleurs abdominales, de la fièvre, des douleurs musculaires, de la faiblesse, des vertiges, de la soif, un malaise général et des selles molles. Tous ces incidents ont été observés en Saskatchewan entre 1959 et 1961 dans le cadre d'activités de natation<sup>15</sup>.

Une étude de cohorte prospective menée au Québec au cours de l'été 2009 a suivi plus de 250 familles pendant 8 semaines dans le but d'examiner les effets sur la santé humaine de l'exposition à l'eau potable et à l'eau douce à l'occasion d'activités récréatives. Les chercheurs ont demandé aux participants de tenir un journal quotidien des symptômes. Les chercheurs ont également prélevé quotidiennement des échantillons d'eau pour dénombrer les cyanobactéries et mesurer la microcystine dissoute. Les participants qui s'approvisionnaient en eau potable à partir d'une station d'épuration dont la source présentait une forte concentration en cyanobactéries (baie Missisquoi du lac Champlain) ont rapporté une augmentation des douleurs musculaires et des symptômes gastro-intestinaux, cutanés et auriculaires<sup>16</sup>. Les symptômes ne pouvaient en aucun cas être attribués uniquement à l'exposition par l'eau potable, car des symptômes gastro-intestinaux avaient également été associés à un contact avec de l'eau contenant un nombre élevé de cellules cyanobactériennes dans un contexte récréatif. Les symptômes étaient présumément légers, puisqu'aucun des participants à l'étude n'a cherché à obtenir des soins médicaux le cas échéant.

S'ils sont rares au Canada, des cas de maladies humaines aiguës résultant d'une exposition à des toxines cyanobactériennes dans l'eau potable ont été signalés dans d'autres pays, dont les États-Unis, le Zimbabwe, l'Australie et le Brésil<sup>15,17</sup>. Des cas de gastro-entérite ont été signalés dans les populations résidant le long de la rivière Ohio en 1930-1931<sup>18,19</sup>. Des analyses bactériologiques ont été effectuées en mesurant les bactéries coliformes dans les effluents traités des stations d'épuration, et l'eau a été jugée conforme aux normes bactériennes du Trésor américain en vigueur à l'époque. Toutefois, les analyses microscopiques ont révélé une abondance d'algues bleu-vert. Comme les évaluations bactériologiques étaient négatives et que les cas de gastro-entérite ne pouvaient être attribués à d'autres agents infectieux à l'époque, la présence d'efflorescences cyanobactériennes dans la source d'eau pendant l'épidémie et l'abondance d'algues bleu-vert ont été proposées comme causes possibles de la maladie<sup>18,19</sup>. D'autres sources potentielles, telles que les facteurs de risque biologiques (par exemple, des virus ou des parasites) ou chimiques (par exemple, des toxines non cyanobactériennes) n'ont pas été évalués et ne peuvent donc être exclus comme cause potentielle des gastro-entérites signalées.

Dans les années 1960, les pics saisonniers de gastro-entérite chez les enfants vivant à Harare, au Zimbabwe, n'ont pu être attribués à des souches bactériennes ou virales. Un pédiatre local avait suggéré à l'époque que les maladies pouvaient être liées à la croissance et à la décomposition d'algues et à la libération conséquente de toxines dans le réservoir du lac Mcllwaine, bien que ni les espèces d'algues ni les toxines n'aient été identifiées<sup>20</sup>.

Près de 150 cas d'hépatite-entérite (maladie semblable à l'hépatite associée à une déshydratation et à une diarrhée sanglante), principalement chez des enfants âgés de 2 à 16 ans qui ont dû être hospitalisés, ont été recensés chez des personnes qui s'approvisionnaient en eau potable au barrage Solomon, en Australie<sup>21,22</sup>. L'agent causal n'avait pas été déterminé mais on avait constaté une prolifération d'algues dans l'eau du réservoir et, les années suivantes, des niveaux élevés de cylindrospermopsine avaient été relevés dans le réservoir du barrage Solomon. On avait alors pensé que cette toxine avait été à l'origine de l'épidémie. Toutefois, le réservoir du barrage Solomon avait été traité au sulfate de cuivre au moment de l'apparition de l'épidémie. Le cuivre peut s'accumuler dans le foie pour être ensuite soudainement libéré par les hépatocytes, ce qui peut causer une hépatite aiguë et une hémorragie intestinale. Faute de connaître les détails du traitement de l'eau du barrage, il n'est pas possible d'exclure l'ajout de sulfate de cuivre comme agent responsable des cas d'hépatite-entérite.

En 1988, l'eau potable contaminée provenant du barrage d'Itaparica au Brésil a provoqué plus de 2 000 cas de gastro-entérite et 88 décès sur une période de 42 jours. Le moment de l'écllosion a coïncidé avec une prolifération de cyanobactéries, et des décomptes de cellules de *Microcystis* supérieurs aux lignes directrices de l'OMS ont été observés dans l'eau avant traitement<sup>24</sup>. Les tests en laboratoire n'ont pas révélé la présence de *Salmonella*, de *Shigella*, de rotavirus, d'adénovirus, de métaux lourds ou de contaminants chimiques agricoles (pesticides) dans les eaux d'approvisionnement. Les investigateurs n'étaient pas en mesure d'exclure d'autres causes de gastro-entérite (telles que *Vibrio*, *Yersinia*, *Campylobacter* et des agents viraux), mais comme l'avis de faire bouillir l'eau n'a pas permis de réduire le nombre de cas de gastro-entérite, il apparaît peu probable qu'un agent bactérien ou viral ait été à l'origine de la maladie. La réduction du nombre de cas de gastro-entérite a coïncidé avec le traitement de l'eau au sulfate de cuivre, qui a permis de réduire les concentrations en cyanobactéries (*Anabaena* et *Microcystis*) dans le réservoir<sup>24</sup>.

Plus récemment, soit le 2 août 2014, un avis sur la consommation d'eau a été émis auprès des résidents de Toledo, en Ohio, en réponse à des niveaux de microcystines dans l'eau traitée qui dépassaient le seuil recommandé dans cet état américain pour l'eau potable (1 ppb, ou 1 µg/L)<sup>22</sup>. L'avis a été levé deux jours plus tard, le 4 août 2014, après que de nombreux échantillons d'eau aient présenté des niveaux de microcystine inférieurs à la concentration seuil recommandée localement. Le département de la santé de l'Ohio et le département de la santé du comté de Toledo-Lucas ont réalisé une enquête auprès des habitants du comté de Lucas, où résidaient 84 % des personnes dont l'eau provient de la station d'épuration concernée<sup>25</sup>. Chez 16,2 % des ménages, au moins une personne a signalé des symptômes physiques attribués à la recommandation sur l'eau; les cas de maladies gastro-intestinales (diarrhée, nausées et vomissements) étaient les plus fréquents, les autres symptômes rapportés comprenant l'irritation de la peau, les maux de tête, l'irritation ou la douleur des yeux, et les maladies respiratoires ou la toux. Parmi les ménages ayant signalé des symptômes physiques, la plupart (89,1 %) n'ont pas eu recours à des soins médicaux, et aucun décès n'a été signalé<sup>8,25</sup>.

## Effets chroniques sur la santé humaine

Des études suggèrent que l'exposition chronique aux microcystines augmente le risque de développer un cancer du foie ou du côlon, mais des recherches supplémentaires sont nécessaires pour mieux évaluer la cancérogénicité de ces toxines<sup>1-3,7,10-12,22,26-28</sup>. Le Centre international de recherche sur le

cancer (CIRC) a classé la microcystine-LR dans le groupe 2B des substances cancérigènes (cancérogènes possibles chez l'humain) sur la base de données solides appuyant d'un mécanisme de promotion tumorale au foie du rat ainsi qu'au foie et au colon de la souris, mais en absence de données probantes quant à la cancérogénicité de la cyanotoxine chez l'humain et les animaux de laboratoire<sup>29</sup>. L'Agence américaine de protection de l'environnement (U.S. EPA) a pour sa part estimé qu'il n'y avait pas suffisamment d'informations pour évaluer le potentiel cancérigène des microcystines<sup>12</sup>.

Des effets chroniques sur la santé autres que le cancer ont été observés dans des études animales portant sur l'exposition aux microcystines. Une étude de 13 semaines chez la souris a mis en évidence des signes macroscopiques et microscopiques de pathologie hépatique ainsi que des modifications de la chimie du sang<sup>30</sup>. Une étude de 28 jours chez le rat a montré une augmentation du poids du foie, une élévation des enzymes hépatiques dans le sérum et des signes de lésions hépatiques observés lors d'examen histopathologiques<sup>31</sup>. Les données chez l'humain sont limitées, mais une insuffisance hépatique aiguë a été observée chez des patients exposés à des microcystines provenant d'un liquide de dialyse contaminé<sup>15</sup>.

## Lignes directrices pour les microcystines dans l'eau potable

Il y a peu de données épidémiologiques sur les effets des cyanotoxines sur la santé humaine. De plus, les maladies causées par les toxines cyanobactériennes n'ont pas à être déclarées (à l'exception de l'intoxication paralysante par les mollusques, ou IPM, causée par l'exposition aux saxitoxines liée à l'ingestion de fruits de mer contaminés)<sup>32</sup>. La section suivante résume les lignes directrices et les avis applicables concernant la qualité de l'eau potable lorsqu'une efflorescence est signalée. Une description plus détaillée de ces lignes directrices et des considérations qui ont mené à leur élaboration est présentée en [annexe](#).

### Recommandation de Santé Canada pour l'eau potable

La recommandation de Santé Canada pour l'eau potable concernant les cyanotoxines est basée sur les microcystines totales ; aucune recommandation n'est fournie pour d'autres catégories de cyanotoxines (telles que les anatoxines et la cylindrospermopsine) en raison du manque de données sur la santé<sup>1</sup>. La concentration maximale admissible (CMA) selon Santé Canada pour les microcystines totales dans l'eau potable est de 1,5 µg/L. Par rapport à leur poids corporel, les nourrissons peuvent consommer jusqu'à cinq fois plus d'eau potable qu'un adulte. Une valeur de référence prudente de 0,4 µg/L a été établie pour les nourrissons pour tenir compte de leur consommation élevée en eau potable. Au-delà de cette concentration, Santé Canada conseille d'utiliser une autre source d'eau potable pour reconstituer les préparations pour nourrissons<sup>1</sup>.

### Norme de qualité de l'eau potable en Ontario

La norme de qualité de l'eau potable de l'Ontario (ODWQS) est de 1,5 µg/L pour la microcystine-LR<sup>33</sup>. Bien qu'il n'existe pas de valeur de référence spécifique aux nourrissons, le ministère de l'Environnement, de la Conservation et des Parcs de l'Ontario (MECP) suggère qu'en cas d'efflorescence d'algues nuisibles, les systèmes privés qui dépendent de l'eau de surface devraient utiliser une autre source pour les nourrissons (soit de l'eau en bouteille), plutôt que de se fier au processus de traitement du système privé (étant donné l'incertitude quant à savoir si ces systèmes privés sont correctement exploités et entretenus).

## Recommandations sanitaires de l'Agence américaine de protection de l'environnement

Les cyanotoxines dans l'eau potable ne font pas l'objet d'une réglementation nationale aux États-Unis, mais l'Agence américaine de protection de l'environnement (EPA) a établi des recommandations sanitaires (RS) pour ces composés. Les RS servent de guide technique informel à l'usage des fonctionnaires fédéraux, étatiques et locaux, ainsi que des gestionnaires de systèmes d'eau publics ou communautaires pour la protection de la santé publique<sup>34</sup>.

La valeur de la RS pour les microcystines totales dans l'eau potable sur 10 jours est de 1,6 µg/L pour les enfants d'âge scolaire (c'est-à-dire les enfants âgés de 6 ans et plus) et les adultes. Une valeur distincte et inférieure a été établie à 0,3 µg/L sur dix jours pour les nourrissons nourris au lait maternisé et les enfants d'âge préscolaire (c'est-à-dire les enfants de moins de 6 ans) pour tenir compte de la quantité d'eau potable ingérée proportionnellement plus élevée (sur la base du poids corporel, l'exposition des nourrissons est estimée être cinq fois plus élevée que celle des adultes)<sup>35</sup>.

La RS de l'eau potable sur dix jours pour la cylindrospermopsine est de 3,0 µg/L pour les enfants d'âge scolaire et les adultes, et une valeur inférieure a été établie à 0,7 µg/L pour les nourrissons nourris au lait maternisé et les enfants d'âge préscolaire<sup>36</sup>. L'EPA américaine a également examiné les informations toxicologiques pertinentes sur l'anatoxine-a, qui sont résumées dans un document de référence sur les effets de cette cyanotoxine sur la santé. Les données disponibles sur l'anatoxine-a n'ont pas été jugées adéquates pour calculer une valeur sanitaire pour cette toxine cyanobactérienne, et par conséquent, une RS pour l'eau potable n'a pu être établie<sup>37</sup>.

## Recommandations de l'Organisation mondiale de la Santé pour la qualité de l'eau potable

L'OMS a formulé des recommandations pour l'eau potable en ce qui concerne les microcystines, les cylindrospermopsines, l'anatoxine-a (et ses analogues) et les saxitoxines<sup>38</sup>.

Les valeurs guides provisoires de l'OMS pour les microcystines sont basées sur des études de la microcystine-LR, mais comme les microcystines se retrouvent généralement sous forme de mélanges, l'OMS suppose que la comparaison de ces valeurs guides avec les concentrations totales de microcystines est susceptible d'assurer la protection de la santé publique<sup>2</sup>. L'OMS a fixé une valeur guide provisoire de 1 µg/L pour l'exposition à vie aux microcystines dans l'eau potable<sup>2</sup>. Une valeur guide provisoire distincte, établie à 12 µg/L pour les expositions à court terme à l'eau potable, indique dans quelle mesure la valeur à vie peut être dépassée pendant des périodes ne dépassant pas deux semaines, jusqu'à ce que le traitement de l'eau ramène les concentrations de microcystine en dessous des valeurs guides, et n'est pas destinée à permettre des dépassements répétés de la valeur à vie<sup>2</sup>. Par mesure de précaution, l'OMS recommande également d'utiliser une autre source d'eau pour les nourrissons et les jeunes enfants nourris au lait maternisé si les concentrations totales en microcystines sont supérieures à 3 µg/L<sup>2</sup>.

Les valeurs guides provisoires de l'OMS pour la cylindrospermopsine sont de 0,7 µg/L et de 3 µg/L pour les expositions à vie et à court terme, respectivement<sup>39</sup>. L'OMS recommande également d'utiliser une autre source d'eau pour les nourrissons et les jeunes enfants nourris au lait maternisé si les concentrations totales en cylindrospermopsine sont supérieures à 0,7 µg/L<sup>39</sup>.

L'OMS considère que les informations toxicologiques sur l'anatoxine-a et ses analogues sont insuffisantes pour définir une valeur guide formelle. Par conséquent, une valeur de référence provisoire

sanitaire de 30 µg/L pour une exposition aiguë ou à court terme (jusqu'à 28 jours) est proposée comme valeur d'évaluation du risque pour laquelle on ne s'attend pas à ce que des adultes exposés subissent des effets néfastes<sup>40</sup>. Une valeur de référence pour l'exposition chronique n'a pas été déterminée en raison de l'absence d'études sur l'exposition chronique à l'anatoxine. L'utilisation d'une source d'eau alternative est recommandée pour les nourrissons et les jeunes enfants nourris au lait maternisé lorsque les concentrations d'anatoxines dépassent 6 µg/L<sup>40</sup>.

La valeur guide pour les saxitoxines dans l'eau potable est de 3 µg/L<sup>41</sup>. Cette valeur guide s'applique aux expositions aiguës et ne doit jamais être dépassée, même pendant une courte période. Comme le suivi des cas d'IPM chez l'humain n'indique pas de toxicité chronique, aucune valeur guide n'a été calculée pour l'exposition à vie<sup>41</sup>. L'OMS a calculé la valeur guide pour la saxitoxine en se basant sur les nourrissons nourris au lait maternisé, qui constituent le sous-groupe le plus vulnérable. Il n'est donc pas nécessaire de recommander l'utilisation d'une autre source d'eau pour reconstituer le lait maternisé.

## Réduire l'exposition aux toxines cyanobactériennes

Une approche intégrée impliquant plusieurs méthodes d'intervention est nécessaire pour réduire l'exposition aux toxines cyanobactériennes contenues dans l'eau potable et ainsi prévenir les risques pour la santé. Ces mesures peuvent comprendre la protection et le suivi des sources d'eau potable, la surveillance des maladies et le traitement de l'eau. Vu le caractère thermostable des microcystines et l'inefficacité de l'ébullition à réduire leur concentration dans l'eau, il apparaît plus pertinent de concentrer les efforts sur des interventions en amont, telles que la réduction de la source des microcystines par la protection des plans d'eau (prévention de la formation d'efflorescences) ou la prévention de la pénétration des cyanobactéries et de leurs toxines dans l'approvisionnement en eau potable par l'entremise de la surveillance.

Le MECP offre des informations sur la détection et la gestion des efflorescences de cyanobactéries. Le gouvernement de l'Ontario et ses partenaires œuvrent à la gestion des efflorescences en réduisant l'apport en nutriments, en protégeant les sources d'eau potable, en adoptant des lois et des outils réglementaires, en surveillant les efflorescences et les toxines et en apportant à leurs partenaires un soutien en matière de recherche, de financement et d'analyses de laboratoire<sup>33</sup>.

### Protection des sources

La gestion des nutriments, telle que la réduction des apports de phosphore et d'azote aux eaux de surface, permet de réduire la croissance des cyanobactéries<sup>6,7,42</sup>. Le brassage artificiel des masses d'eau (au moyen de bulles d'air ou de dispositifs de mélange) peut réduire la stratification des lacs et ainsi prévenir la formation d'efflorescences à la surface des eaux stagnantes<sup>7,42</sup>.

Bien qu'une discussion complète sur la prévention des efflorescences dépasse le cadre du présent document, des détails supplémentaires sur les mesures de contrôle des bassins versants et des réservoirs sont fournis dans le document technique sur les toxines cyanobactériennes mentionné dans les *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada*<sup>1</sup>.

En Ontario, les sources d'eau potable sont protégées par le programme de protection des sources d'eau potable établi en vertu de la *Loi de 2006 sur l'eau saine*<sup>43,44</sup>. Les plans régionaux de protection des sources décrivent les politiques et les actions visant à protéger les sources d'eau potable, y compris contre la menace des efflorescences de cyanobactéries, par la gestion des apports d'eau. Ces plans sont mis en œuvre dans le cadre d'une collaboration entre les municipalités, les autorités responsables de la protection des sources, les autorités sanitaires locales, le gouvernement provincial et d'autres acteurs.

La liste complète des plans de protection des sources adoptés au niveau local est disponible sur le site de Conservation Ontario<sup>43</sup>.

## Surveillance des efflorescences et échantillonnage pour la détection des cyanotoxines

Les microcystines peuvent être présentes dans les sources d'eau potable en cas d'efflorescence. Des efflorescences ont été observées dans des sources d'eau de surface partout au Canada, à l'exception des territoires et de l'Île-du-Prince-Édouard<sup>1</sup>.

Il n'existe pas encore de pratiques normalisées de surveillance et d'évaluation des efflorescences de cyanobactéries, et la gestion des efflorescences de cyanobactéries et des toxines varie d'une juridiction à l'autre<sup>8,45</sup>. En Ontario, les proliférations algales doivent être signalées au Centre d'action en cas de déversement du MECP, ce que les membres du public peuvent faire en ligne<sup>33,46</sup>.

Des données non publiées datant de 2009 à 2012 rapportent la détection d'efflorescences de cyanobactéries sur 24 à 29 sites en Ontario, de mai à novembre, et la présence de niveaux détectables de microcystines dans 20 à 73 % des sites échantillonnés, selon l'année<sup>1</sup>. Une étude réalisée en 2011 sur les données relatives aux efflorescences en Ontario de 1994 à 2009 a révélé une augmentation statistiquement significative du nombre de fleurs d'eau signalées chaque année, avec plus de 40 efflorescences signalées en Ontario au cours de la dernière année pour laquelle des données sont disponibles, soit 2009<sup>9</sup>. Une étude plus récente a démontré que cette tendance à la hausse des signalements de proliférations algales s'est maintenue, avec plus de 65 efflorescences cyanobactériennes confirmées en 2019<sup>47</sup>. En 2021 et 2022, 90 et 54 proliférations confirmées d'algues bleu-vert ont été signalées en Ontario, respectivement<sup>48,49</sup>.

La tendance à la hausse des rapports sur les efflorescences peut être attribuée à une augmentation des incidences des efflorescences de cyanobactéries en Ontario, ainsi qu'à une augmentation des rapports du public en raison d'une sensibilisation accrue au danger potentiel des cyanobactéries<sup>47</sup>.

L'augmentation du nombre de signalements par les propriétaires de réseaux municipaux d'eau potable peut également être un facteur contributif. Dans le cadre des conditions d'octroi de leur licence, les systèmes municipaux qui s'approvisionnent en eau à partir d'une ou plusieurs sources d'eau de surface sont désormais tenus d'élaborer et d'appliquer un plan de surveillance, de notification et d'échantillonnage des efflorescences algales nuisibles<sup>50</sup>. Ces plans exigent au minimum que les exploitants/propriétaires de systèmes effectuent des observations visuelles de la source d'eau, signalent les proliférations d'algues nuisibles (PAN, anglais HAB) observées ou suspectées, procèdent à des échantillonnages chaque fois qu'une PAN est suspectée ou se produit, ainsi qu'à des intervalles réguliers pendant une prolifération, et soumettent les échantillons à un laboratoire agréé en vue de leur analyse<sup>50</sup>. Le MECP a également conseillé les exploitants et propriétaires de réseaux municipaux d'eau potable sur la surveillance et la gestion des PAN avant la mise en place des plans de surveillance, de notification et d'échantillonnage des efflorescences algales nuisibles. Ces conseils peuvent également être utiles aux exploitants de petits systèmes de distribution d'eau potable. Selon les recommandations du MECP, toutes les efflorescences observées doivent être considérées comme *potentiellement toxiques*. D'autres recommandations générales sont résumées ci-dessous<sup>51</sup> :

- Une surveillance hebdomadaire est recommandée pendant la saison des proliférations algales (de début juin à fin octobre). La surveillance comprend l'observation directe de la source d'eau à proximité des prises d'eau du système, de même que de l'eau stagnante, de façon à détecter les proliférations d'algues. La collecte régulière d'échantillons d'eau pour l'analyse des microcystines peut être effectuée tant pour l'eau brute que pour l'eau prête à la consommation.

- Si les analyses montrent que les concentrations en microcystines totales atteignent ou dépassent 1,5 µg/l dans l'eau destinée à la consommation, il faut considérer qu'il s'agit d'un événement provisoire de mauvaise qualité de l'eau, et le laboratoire agréé est tenu de signaler l'incident au MECP, au propriétaire/exploitant du système d'eau potable et au médecin hygiéniste local.

Il est à noter que les recommandations du MECP ne s'appliquent pas nécessairement toutes aux propriétaires/exploitants de petits systèmes d'approvisionnement en eau potable. Toutefois, certaines mesures générales peuvent être adoptées relativement à la formation d'efflorescences dans les sources d'eau.

## Surveillance des effets sur la santé

Comme indiqué précédemment, il n'est pas obligatoire de déclarer les maladies causées par les toxines cyanobactériennes en Ontario (à l'exception des cas d'IPM). Le large éventail de symptômes différents qu'une personne peut ressentir à la suite d'une exposition aux cyanotoxines pose également problème pour la surveillance des effets sur la santé.

Dans d'autres juridictions, ces résultats sont pris en compte par des systèmes de surveillance qui fournissent des informations utiles sur les tendances et la mesure dans laquelle les efflorescences sont nocives pour la santé. Par exemple, les Centres américains de contrôle et de prévention des maladies (CDC) ont mis en place le système OHHABS (One Health Harmful Algal Bloom System). Ce système est un programme de notification volontaire accessible auprès des départements de la santé et de l'environnement des États et des territoires, qui vise à recueillir les données sur les cas de maladies humaines et animales dues à des expositions à des PAN, ainsi que les données environnementales pertinentes décrivant les efflorescences<sup>54</sup>. En intégrant les données relatives à la santé et à l'environnement, l'OHHABS a pour objectif de mieux comprendre les PAN et les maladies qui y sont associées dans le but de prévenir leur occurrence à l'avenir. La surveillance des efflorescences peut aider à déterminer les modes d'apparition pour identifier quelles réserves d'eau doivent être protégées et pour alerter le public sur les problèmes potentiels causés par les efflorescences.

## Traitement de l'eau à l'échelle résidentielle

Les ménages qui s'approvisionnent en eau potable à partir d'une source d'eau de surface où des proliférations de cyanobactéries peuvent se produire ont la possibilité de minimiser leur exposition aux microcystines en optant pour une autre source d'approvisionnement en eau et en déplaçant la conduite d'alimentation en eau potable (en changeant sa distance et sa profondeur)<sup>1</sup>. Par exemple, la conduite ou la prise d'eau peut être éloignée de l'efflorescence ou placée à une profondeur supérieure à 4 mètres, quoique certaines cyanobactéries puissent se déplacer verticalement dans la colonne d'eau et que le niveau de l'eau puisse varier<sup>14,55</sup>.

Les ménages peuvent également envisager d'installer un système de traitement de l'eau potable à usage résidentiel<sup>1</sup>. Les systèmes de traitement de l'eau à usage résidentiel doivent être capables d'éliminer les cellules cyanobactériennes intactes de l'eau potable et les éventuelles microcystines dissoutes dans l'eau. Il est possible à cet effet d'employer une combinaison de systèmes de filtration installés au point d'entrée, en amont de toute désinfection dans le système de traitement domestique, ainsi qu'un système de filtration installé au point d'utilisation, par exemple au niveau du robinet de la cuisine<sup>1</sup>. Les systèmes de point d'entrée se composent d'un préfiltre qui élimine les macroparticules (telles que le sable et les sédiments), suivi d'un filtre aux pores plus petits (1 µm ou moins) qui élimine les cyanobactéries. Les systèmes au point d'utilisation peuvent pour leur part comprendre un filtre à charbon actif suivi d'un filtre à osmose inverse. Le temps et l'utilisation réduisent toutefois la capacité

d'élimination des filtres à charbon actif et à osmose inverse. Il est bien entendu important que ces systèmes soient entretenus et/ou remplacés régulièrement selon les recommandations du fabricant.

Santé Canada recommande aux consommateurs d'utiliser des dispositifs certifiés par un organisme accrédité comme répondant aux normes de traitement de l'eau potable de NSF International (NSF) ou de l'American National Standards Institute (ANSI)<sup>1</sup>. Plus spécifiquement, la certification NSF devrait inclure la certification des filtres à eau pour l'élimination des microcystines. Le protocole P477 de NSF *Drinking Water Treatment Units Microcystin* certifie qu'un filtre à eau est capable de réduire les niveaux de microcystine de 4 µg/L à 0,3 µg/L ou moins<sup>56,57</sup>. Ces valeurs cibles correspondent respectivement aux niveaux les plus élevés détectés dans l'eau potable en Amérique du Nord et à la recommandation sanitaire de l'EPA pour les enfants de moins de six ans<sup>57</sup>. Un traitement de l'eau conforme aux normes NSF devrait aussi permettre de réduire la concentration en microcystines à des niveaux inférieurs à la valeur de référence de 0,4 µg/L fixée par Santé Canada pour les nourrissons. Il est à noter que les produits répondant à la norme NSF doivent être retestés périodiquement et recertifiés chaque année afin de garantir que leurs performances sont adéquates.

Le traitement de l'eau à l'échelle résidentielle peut présenter d'autres avantages, comme la réduction de l'exposition à d'autres risques biologiques et chimiques (par exemple, les bactéries et les métaux).

## Traitement de l'eau à l'échelle municipale

Les usines d'épuration de l'eau ne sont généralement pas conçues pour éliminer les cyanotoxines. Toutefois, les stations municipales de production d'eau potable disposent de la technologie nécessaire pour éliminer de nombreux autres composés organiques dont le poids moléculaire est similaire à celui des cyanotoxines, et sont donc capables d'éliminer efficacement la microcystine-LR. La présence de fortes concentrations en cyanotoxines à l'emplacement des prises d'eau des stations d'épuration municipales n'a jamais atteint des niveaux qui compromettaient le respect des normes de l'Ontario (c'est-à-dire 1,5 µg/L pour la microcystine-LR dans l'eau prête à l'emploi) ou qui atteignaient des concentrations susceptibles d'avoir des effets sur la santé humaine. De ce point de vue, les dispositifs de traitement des cyanotoxines à l'échelle résidentielle ne sont généralement pas nécessaires pour les ménages qui s'approvisionnent en eau potable auprès d'une source municipale<sup>1</sup>.

S'il advient que des microcystines soient détectées dans l'eau traitée à des niveaux dépassant les recommandations pour l'eau potable, les exploitants ont la possibilité d'ajuster les procédés afin d'améliorer l'élimination des microcystines<sup>1,10,56,57</sup>.

## Conclusions

Il n'existe pas de cas documentés de maladies humaines dues à l'exposition aux cyanotoxines dans l'eau potable en Ontario et ailleurs au Canada, bien qu'il existe des rapports limités de cas d'exposition dans les eaux utilisées à des fins récréatives. Une étude québécoise de 2009 (la seule étude canadienne à examiner les effets sur la santé de l'exposition à l'eau potable et à l'eau utilisée lors d'activités récréatives) a révélé que des participants ont signalé des douleurs musculaires, des symptômes gastro-intestinaux, cutanés et auriculaires après avoir été exposés à de l'eau potable contaminée par des cyanobactéries provenant de la baie Missisquoi du lac Champlain. Des symptômes gastro-intestinaux ont également été associés au contact avec de l'eau contaminée dans un contexte d'activités récréatives<sup>16</sup>. Il existe des données limitées sur les effets chroniques sur la santé de l'exposition chronique aux microcystines (par exemple, un risque plus élevé de développer des cancers du foie et du côlon), mais des recherches plus approfondies sont nécessaires<sup>1-3,7,10-12,22,26-28</sup>. La valeur guide de Santé Canada pour les microcystines totales dans l'eau potable est de 1,5 µg/L (avec une valeur de référence distincte de 0,4 µg/L pour les nourrissons nourris au lait maternisé), alors que cette même valeur de 1,5 µg/L pour l'eau potable en Ontario s'applique spécifiquement à la microcystine-LR<sup>1,33</sup>.

Même si la voie d'exposition aux cyanotoxines la plus courante est l'ingestion d'eau potable, l'exposition est également possible par la consommation d'aliments et par des activités récréatives telles que la natation et d'autres sports nautiques<sup>1,2,12</sup>. De multiples approches peuvent être adoptées pour réduire l'exposition aux toxines cyanobactériennes, notamment la protection des sources d'approvisionnement, la surveillance des efflorescences et le traitement de l'eau. À long terme, la prévention de la croissance des cyanobactéries est la stratégie la plus efficace pour réduire les efflorescences cyanobactériennes nuisibles et minimiser les risques pour la santé liés à ces microorganismes. Les mesures que les résidents peuvent prendre en cas d'efflorescence incluent l'adoption d'une source alternative d'approvisionnement en eau, le déplacement de la conduite d'alimentation et l'installation et l'utilisation de systèmes de traitement de l'eau potable conçus et certifiés pour l'élimination des microcystines.

# Références

1. Santé Canada. *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : document technique : les toxines cyanobactériennes* [Internet]. Ottawa (Ontario) : Gouvernement du Canada; 2018 [cité le 17 nov. 2022]. Disponible à : <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/publications/vie-saine/recommandations-pour-qualite-eau-potable-canada-document-technique-toxines-cyanobacteriennes-document.html>
2. Organisation mondiale de la santé (OMS). *Cyanobacterial toxins: microcystins* [Internet]. Genève : OMS; 2020 [cité le 17 nov. 2022]. Disponible à : <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/338066/WHO-HEP-ECH-WSH-2020.6-eng.pdf>
3. Rastogi, R. P., R. P. Sinha. « The cyanotoxin-microcystins: current overview ». *Rev Environ Sci Biotechnol*. 2014; 13:215-49. Disponible à : <https://doi.org/10.1007/s11157-014-9334-6>
4. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *Facts about cyanobacterial blooms for poison center professionals* [Internet]. Atlanta, (Géorgie): CDC; 2022 [cité le 3 janv. 2023]. Disponible à : <https://www.cdc.gov/habs/materials/factsheet-cyanobacterial-habs.html>
5. Santé Canada. *Recommandations au sujet de la qualité des eaux utilisées à des fins récréatives au Canada - Les cyanobactéries et leurs toxines* [Internet]. Ottawa (Ontario) : Gouvernement du Canada; 2022 [cité le 23 janv. 2023]. Disponible à : <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/publications/vie-saine/recommandations-qualite-eaux-recreatives-canada-cyanobacteries-toxines.html>
6. Massey, I. Y., M. Al osman, F. Yang. « An overview on cyanobacterial blooms and toxins production: their occurrence and influencing factors ». *Toxin Rev*. 2022;41(1):326-46. Disponible à : <https://doi.org/10.1080/15569543.2020.1843060>
7. Huisman, J., G. A. Codd, H. W. Paerl, B. W. Ibelings, J. M. H. Verspagen, P. M. Visser. « Cyanobacterial blooms ». *Nat Rev Microbiol*. 2018;16:471-83. Disponible à : <https://doi.org/10.1038/s41579-018-0040-1>
8. Massey, I. Y., F. Yang, Z. Ding, S. Yang, J. Guo, C. Tezi, et coll. « Exposure routes and health effects of microcystins on animals and humans: a mini-review ». *Toxicon*. 2018;151:156-62. Disponible à : <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2018.07.010>
9. Winter, J. G., A. M. DeSellas, R. Fletcher, L. Heintsch, A. Morley, L. Nakamoto, et coll. « Algal blooms in Ontario, Canada: increases in reports since 1994 ». *Lake Reserv Manag*. 2011;27(2):107-14. Disponible à : <https://doi.org/10.1080/07438141.2011.557765>
10. He, X., Y. L. Liu, A. Conklin, J. Westrick, L. K. Weavers, D. D. Dionysiou, et coll. « Toxic cyanobacteria and drinking water: Impacts, detection, and treatment ». *Harmful Algae*. 2016;54:174-93. Disponible à : <https://doi.org/10.1016/j.hal.2016.01.001>
11. Carmichael, W. W., G. L. Boyer. « Health impacts from cyanobacteria harmful algae blooms: Implications for the North American Great Lakes ». *Harmful Algae*. 2016;54:194-212. Disponible à : <https://doi.org/10.1016/j.hal.2016.02.002>

12. États-Unis. Environmental Protection Agency (EPA). *Health effects support document for the cyanobacterial toxin microcystins* [Internet]. New York (New York) : EPA; 2015 [cité le 17 nov. 2022]. Disponible à : <https://www.epa.gov/sites/default/files/2017-06/documents/microcystins-support-report-2015.pdf>
13. Metcalf, J. S., G. A. Codd. « Co-occurrence of cyanobacteria and cyanotoxins with other environmental health hazards: impacts and implications ». *Toxins*. 2020;12(10):629. Disponible à : <https://doi.org/10.3390/toxins12100629>
14. Colombie-Britannique. Ministère de la Santé. « Decision protocols for cyanobacterial toxins in B.C. drinking water and recreational water » [Internet]. Vancouver (Colombie-Britannique) : Gouvernement de la Colombie-Britannique; 2018 [cité le 9 avril 2025]. Disponible à : [https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/air-land-water/water/waterquality/how-drinking-water-is-protected-in-bc/cyanobacteria\\_decision\\_protocol\\_2018.pdf](https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/air-land-water/water/waterquality/how-drinking-water-is-protected-in-bc/cyanobacteria_decision_protocol_2018.pdf)
15. Wood, R. « Acute animal and human poisonings from cyanotoxin exposure — a review of the literature ». *Environ Int*. 2016 ; 91:276-82. Disponible à : <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.02.026>
16. Lévesque, B., M. C. Gervais, P. Chevalier, D. Gauvin, E. Anassour-Laouan-Sidi, S. Gingras, et coll. « Prospective study of acute health effects in relation to exposure to cyanobacteria ». *Sci Total Environ*. 2014 ; 466-467 : 397-403. Disponible à : <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.07.045>
17. Chorus, I., J. Bartram. « Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management » [Internet]. Genève : Organisation mondiale de la santé; 1999. Disponible à : <http://www.who.int/iris/handle/10665/42827>
18. Miller, A. P., E. S. Tisdale. « Epidemic of intestinal disorders in Charleston, W. VA., occurring simultaneously with unprecedented water supply conditions ». *Am J Public Health Nations Health*. 1931;21(2):198-200. Disponible à : <https://doi.org/10.2105/ajph.21.2.198>
19. Veldee, M. V. « An epidemiological study of suspected water-borne gastroenteritis ». *Am J Public Health Nations Health*. 1931;21(11):1227-35. Disponible à : <https://doi.org/10.2105/ajph.21.11.1227>
20. Zilberg, B. « Gastroenteritis in Salisbury European children-a five-year study ». *Cent Afr J Med*. 1966;12(9):164-8.
21. Byth, S. « Palm Island mystery disease ». *Med J Aust*. 1980;2(1):40-2. Disponible à : <https://doi.org/10.5694/j.1326-5377.1980.tb131814.x>
22. Lad, A., J. D. Breidenbach, R. C. Su, J. Murray, R. Kuang, A. Mascarenhas, et coll. « As we drink and breathe: adverse health effects of microcystins and other harmful algal bloom toxins in the liver, gut, lungs and beyond ». *Life*. 2022;12(3):418. Disponible à : <https://doi.org/10.3390/life12030418>
23. Prociv, P. « Letter to the editor Re: Palm Island mystery disease ». *Med J Aust*. 1986;145:487.
24. Teixeira, M. da G., M. da G. Costa, V. L. de Carvalho, M. dos S. Pereira, E. Hage. « Gastroenteritis epidemic in the area of the Itaparica Dam, Bahia, Brazil ». *Bull Pan Am Health Organ*. 1993;27(3):244-53.

25. McCarty, C. L., L. Nelson, S. Eitniewski, E. Zgodzinski, A. Zabala, L. Billing, et coll. « Community needs assessment after microcystin toxin contamination of a municipal water supply — Lucas County, Ohio, September 2014 ». *Morb Mortal Wkly Rep.* 2016;65(35):925-9. Disponible à : <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6535a1>
26. Gu, S., M. Jiang, B. Zhang. « Microcystin-LR in primary liver cancers: an overview ». *Toxins.* 2022;14(10):715. Disponible à : <https://doi.org/10.3390/toxins14100715>
27. Lun, Z., Y. Hai, C. Kun. « Relationship between microcystin in drinking water and colorectal cancer ». *Biomed Env Sci.* 2002;15(2):166-71.
28. Zheng, C., H. Zeng, H. Lin, J. Wang, X. Feng, Z. Qiu, et coll. « Serum microcystin levels positively linked with risk of hepatocellular carcinoma: a case-control study in southwest China ». *Hepatology.* 2017;66(5):1519-28. Disponible à : <https://doi.org/10.1002/hep.29310>
29. Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC). « Ingested nitrate and nitrite, and cyanobacterial peptide toxins ». *IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum.* 2010;94:v-vii, 1-412. Disponible à : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK326544/>
30. Fawell, J. K., R. E. Mitchell, D. J. Everett, R. E. Hill. « The toxicity of cyanobacterial toxins in the mouse: I microcystin-LR ». *Hum Exp Toxicol.* 1999;18(3):162-7. Disponible à : <https://doi.org/10.1177/096032719901800305>
31. Heinze, R. « Toxicity of the cyanobacterial toxin microcystin-LR to rats after 28 days intake with the drinking water ». *Environ Toxicol.* 1999 ; 14(1) : 57-60. Disponible à : [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1522-7278\(199902\)14:1<57::AID-TOX9>3.0.CO;2-J](https://doi.org/10.1002/(SICI)1522-7278(199902)14:1<57::AID-TOX9>3.0.CO;2-J)
32. RO 135/18. Disponible à : <https://www.ontario.ca/lois/reglement/180135>
33. Ontario. Ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs. *Blue-green algae* [Internet]. Toronto (Ontario) : Imprimeur du Roi pour l'Ontario; 2022 [cité le 17 nov. 2022]. Disponible à : <http://www.ontario.ca/page/blue-green-algae>
34. États-Unis. Environmental Protection Agency (EPA). *EPA drinking water health advisories for cyanotoxins* [Internet]. New York (New York) : EPA; 2018 [cité le 13 févr. 2023]. Disponible à : <https://www.epa.gov/cyanohabs/epa-drinking-water-health-advisories-cyanotoxins>
35. États-Unis. Environmental Protection Agency (EPA). *Drinking water health advisory for the cyanobacterial microcystin toxins* [Internet]. New York (New York) : EPA; 2015 [cité le 17 nov. 2022]. Disponible à : <https://www.epa.gov/sites/default/files/2017-06/documents/microcystins-report-2015.pdf>
36. États-Unis. Environmental Protection Agency (EPA). *Drinking water health advisory for the cyanobacterial toxin cylindrospermopsin* [Internet]. New York (New York) : EPA; 2015 [cité le 25 nov. 2022]. Disponible à : <https://www.epa.gov/sites/default/files/2017-06/documents/cylindrospermopsin-report-2015.pdf>
37. États-Unis. Environmental Protection Agency (EPA). *Health effects support document for the cyanobacterial toxin anatoxin-a* [Internet]. New York (New York) : EPA; 2015 [cité le 13 févr. 2023].

Disponible à : <https://www.epa.gov/sites/default/files/2017-06/documents/anatoxin-a-report-2015.pdf>

38. Organisation mondiale de la santé (OMS). *Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first and second addenda* [Internet]. Genève : OMS; 2022 [cité le 22 nov. 2022]. xxvi, 583 p. Disponible à : <https://apps.who.int/iris/handle/10665/352532>
39. Organisation mondiale de la santé (OMS). *Cyanobacterial toxins: cylindrospermopsins* [Internet]. Genève : OMS; 2020 [cité le 13 févr. 2023]. Disponible à : <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/338063/WHO-HEP-ECH-WSH-2020.4-eng.pdf>
40. Organisation mondiale de la santé (OMS). *Cyanobacterial toxins: anatoxin-a and analogues* [Internet]. Genève : OMS; 2020 [cité le 14 févr. 2023]. Disponible à : <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/338060/WHO-HEP-ECH-WSH-2020.1-eng.pdf?ua=1>
41. Organisation mondiale de la santé (OMS). *Cyanobacterial toxins: saxitoxins* [Internet]. Genève : OMS; 2020 [cité le 14 févr. 2023]. Disponible à : <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/338069/WHO-HEP-ECH-WSH-2020.8-eng.pdf>
42. Paerl, H. W. « Controlling cyanobacterial harmful blooms in freshwater ecosystems ». *Microb Biotechnol.* 2017;10(5):1106-10. Disponible à : <https://doi.org/10.1111/1751-7915.12725>
43. Conservation Ontario. *Source protection plans and resources* [Internet]. Newmarket (Ontario) : Conservation Ontario; [2025] [cité le 15 févr. 2023]. Disponible à : <https://conservationontario.ca/conservation-authorities/source-water-protection/source-protection-plans-and-resources/>
44. Ontario. Ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs. *Protection des sources* [Internet]. Toronto (Ontario) : Imprimeur de la Reine pour l'Ontario; 2021 [cité le 9 avril 2025]. Disponible à : <https://www.ontario.ca/fr/page/protection-des-sources>
45. Ibelings, B. W., L. C. Backer, W. E. A. Kardinaal, I. Chorus. « Current approaches to cyanotoxin risk assessment and risk management around the globe ». *Harmful Algae.* 2014;40:63-74. Disponible à : <https://doi.org/10.1016/j.hal.2014.10.002>
46. Ontario. Ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs. *Signaler un cas de pollution en ligne* [Internet]. Toronto (Ontario) : Imprimeur du Roi pour l'Ontario; 2022 [cité le 15 févr. 2023]. Disponible à : <https://declaration-pollution.ene.gov.on.ca/>
47. Favot, E. J., C. Holeton, A. M. DeSellas, A. M. Paterson. « Cyanobacterial blooms in Ontario, Canada: continued increase in reports through the 21st century ». *Lake Reserv Manag.* 2023;1-20. Disponible à : <https://doi.org/10.1080/10402381.2022.2157781>
48. Ontario. Ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs. *Rapport annuel 2021 du ministre sur l'eau potable* [Internet]. Toronto (Ontario) : Imprimeur du Roi pour l'Ontario; 2022 [cité le 7 juin 2024]. Disponible à : <https://www.ontario.ca/fr/page/rapport-annuel-2021-du-ministre-sur-leau-potable>

49. Ontario. Ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs. Rapport annuel 2022 du ministre sur l'eau potable [Internet]. Toronto (Ontario) : Imprimeur du Roi pour l'Ontario; 2022 [cité le 15 févr. 2023]. Disponible à : <https://www.ontario.ca/fr/page/rapport-annuel-2022-du-ministre-sur-leau-potable>
50. Ontario. Ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs. *Harmful algal bloom plan guide for owners and operators of municipal residential drinking water systems* [Internet]. Toronto (Ontario) : Imprimeur du Roi pour l'Ontario; 2024 [cité le 9 avril 2025]. Disponible à : <https://wcwc.ca/wp-content/uploads/2024/05/Harmful-Algae-Bloom-Plan-Guide.pdf>
51. Ontario. Ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique. *Letter to Ontario municipal drinking water system owners/operators regarding harmful algal blooms*. Toronto (Ontario) : Imprimeur de la Reine pour l'Ontario; 2017.
52. Interstate Technology and Regulatory Council. *Strategies for preventing and managing harmful cyanobacterial blooms (HCB-1)* [Internet]. Washington, DC: Interstate Technology & Regulatory Council, HCB Team; 2020 [cité le 9 avril 2025]. Disponible à : <https://hcb-1.itrcweb.org/>
53. Interstate Technology and Regulatory Council. *Strategies for preventing and managing harmful benthic cyanobacterial blooms (HCB-2)* [Internet]. Washington, DC: Interstate Technology & Regulatory Council; 2022 [cité le 9 avril 2025]. Disponible à : <https://hcb-2.itrcweb.org/>
54. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *One Health Harmful Algal Bloom System (OHHABS)* [Internet]. Atlanta, (Géorgie) : CDC; 2018 [cité le 17 nov. 2022]. Disponible à : <https://www.cdc.gov/habs/pdf/ohhabs-fact-sheet.pdf>
55. Centre national de collaboration de l'hygiène du milieu (CNCHM). *Cyanobacteria and drinking water: occurrence, risks, management and knowledge gaps for public health* [Internet]. Vancouver, BC: NCCEH; 2019 [cité le 9 avril 2025]. Disponible à : <https://ncceh.ca/sites/default/files/Cyanobacteria%20and%20Drinking%20Water-%20Occurrence%20Risks%20Management%20and%20Knowledge%20Gaps%20for%20Public%20Health%20EN.pdf>
56. NSF International. « NSF International certifies water filters that reduce microcystin in drinking water ». *Water Technology* [Internet], 18 mars 2016 [cité le 17 nov. 2022]; Wastewater. Disponible à : <https://www.watertechnology.com/wastewater/article/15549959/nsf-international-certifies-water-filters-that-reduce-microcystin-in-drinking-water>
57. Andrew, R. « NSF Protocol P477: Microcystin reduction ». *Water Conditioning and Purification International Magazine* [Internet], 18 sept. 2015 [cité le 15 févr. 2023]. Disponible à : <https://wcponline.com/2015/09/18/water-matters-nsf-protocol-p477-microcystin-reduction/>

# Annexe A — Valeurs guides pour l’eau potable

Tableau 1 : Valeurs guides pour les cyanobactéries et leurs toxines dans l’eau potable.

Collectivité publique	Valeur guide	Hypothèses de calcul
Canada <sup>1</sup>	<p>1,5 µg/L en microcystines totales</p> <p>Valeur de référence de 0,4 µg/L en microcystines totales — opter pour une autre source d’eau pour les préparations pour nourrissons</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DMENO de la microcystine-LR de 50 µg/kg de poids corporel par jour, sur la base de l’augmentation du poids du foie et de lésions hépatiques légères à modérées avec hémorragies chez le rat<sup>31</sup></li> <li>• Facteur d’incertitude de 900</li> <li>• Poids supposé d’une personne exposée de 70 kg (poids moyen d’un adulte canadien)</li> <li>• Consommation d’eau estimée à 1,5 L/jour</li> <li>• Facteur d’attribution de 0,8 (80 % de l’exposition d’une personne aux microcystines attribuée à l’ingestion d’eau potable)</li> <li>• Bien que la valeur sanitaire résultante soit de 2,0 µg/L, la CMA saisonnière de 1,5 µg/L a été adoptée car les autorités responsables de l’eau potable recommandaient déjà cette concentration</li> <li>• Valeur de référence de 0,4 µg/L basée sur une consommation en eau 5 fois plus élevée chez le nourrisson que chez l’adulte</li> </ul>
Ontario <sup>33</sup>	1,5 µg/L en microcystine-LR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adoptée selon la recommandation de Santé Canada</li> </ul>
EPA, États-Unis <sup>35</sup>	<p>1,6 µg/L en microcystines totales pour les enfants d’âge scolaire et les adultes</p> <p>0,3 µg/L en microcystines totales pour les nourrissons et les enfants d’âge préscolaire</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DMENO de la microcystine-LR à 50 µg/kg de poids corporel par jour, sur la base de l’augmentation du poids du foie et de lésions hépatiques légères à modérées avec hémorragies chez le rat<sup>31</sup></li> <li>• Facteur d’incertitude de 1000</li> <li>• Poids supposé d’une personne exposée de 80 kg (poids moyen d’un adulte âgé de plus de 21 ans)</li> <li>• Consommation d’eau estimée à 2,5 L/jour</li> <li>• Un rapport normalisé du volume d’eau potable ingéré sur le poids corporel (0,15 L/kg/jour) a été calculé à partir des données pour les nourrissons (&lt; 12 mois)</li> </ul>
EPA, États-Unis <sup>36</sup>	3 µg/L en cylindrospermopsine	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DSENO de la cylindrospermopsine à 30 µg/kg de poids corporel par jour, sur la base de la toxicité rénale</li> </ul>

Collectivité publique	Valeur guide	Hypothèses de calcul
	<p>pour les enfants d'âge scolaire et les adultes</p> <p><b>0,7</b> µg/L en cylindrospermopsine pour les nourrissons et les enfants d'âge préscolaire</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facteur d'incertitude de 300</li> </ul>
Organisation mondiale de la Santé <sup>2</sup>	<b>1</b> µg/L en microcystine-LR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DMENO de la microcystine-LR à 40 µg/kg de poids corporel par jour, sur la base de la pathologie hépatique chez la souris<sup>30</sup></li> <li>• Facteur d'incertitude de 1000</li> <li>• Poids supposé d'une personne exposée de 60 kg (poids moyen d'un adulte)</li> <li>• Consommation d'eau estimée à 2,0 L/jour</li> <li>• Facteur d'attribution de 0,8</li> </ul>
Organisation mondiale de la Santé <sup>38</sup>	<b>0,7</b> µg/L en cylindrospermopsines totales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DMENO de la cylindrospermopsine à 30 µg/kg de poids corporel par jour, sur la base de la pathologie rénale chez la souris</li> <li>• Facteur d'incertitude de 1000</li> <li>• Poids supposé d'une personne exposée de 60 kg (poids moyen d'un adulte)</li> <li>• Consommation d'eau estimée à 2,0 L/jour</li> </ul>

## Citation

Agence ontarienne de protection et de promotion de la santé (Santé publique Ontario). Les toxines cyanobactériennes dans l'eau potable. Toronto, ON : Imprimeur du Roi pour l'Ontario, 2025.

## Avis de non-responsabilité

Le présent document a été produit par Santé publique Ontario (SPO). SPO fournit des conseils scientifiques et techniques au gouvernement, aux organismes de santé publique et aux fournisseurs de soins de santé de l'Ontario. Le travail de Santé publique Ontario est fondé sur les meilleures données probantes disponibles au moment de la publication. L'utilisation du présent document relève de la responsabilité de l'utilisateur. Santé publique Ontario décline toute responsabilité pouvant résulter de l'utilisation du présent document. Le présent document peut être reproduit sans autorisation à des fins non commerciales uniquement, sous réserve d'une mention appropriée de Santé publique Ontario. Aucune modification ne doit lui être apportée sans l'autorisation écrite expresse de Santé publique Ontario.

## Santé publique Ontario

Santé publique Ontario est une agence du gouvernement de l'Ontario vouée à la protection et à la promotion de la santé de l'ensemble de la population ontarienne, ainsi qu'à la réduction des inégalités en matière de santé. Santé publique Ontario met les connaissances et les renseignements scientifiques les plus pointus du monde entier à la portée des professionnels de la santé publique, des travailleurs de la santé de première ligne et des chercheurs.

Pour obtenir plus de renseignements au sujet de SPO, veuillez consulter [santepubliqueontario.ca](https://santepubliqueontario.ca).

© Imprimeur du Roi pour l'Ontario, 2025

Ontario 