

# Fiche technique

Numéro : 1 Volume : 2 Année : 2016

## Petits réseaux potables et toxines des algues bleu-vert

Mots clés : petits réseaux, cyanotoxines, microcystines, microcystine-LR, algues bleu-vert

### Cyanobactéries (algues bleu-vert) et cyanotoxines

Les cyanobactéries, couramment appelées algues bleu-vert, sont des bactéries microscopiques qui ont certaines caractéristiques semblables à celles des algues. Elles sont naturellement présentes dans les eaux de surface et peuvent se présenter sous forme de vastes décolorations dans l'eau, appelées proliférations. Les proliférations peuvent se manifester quand des conditions telles qu'une température élevée, des concentrations élevées en éléments nutritifs et des conditions de luminosité sont favorables pour la croissance. Certaines espèces peuvent produire des toxines, connues sous le nom de cyanotoxines, qui peuvent avoir des effets nuisibles sur le système nerveux, le foie et (ou) peuvent aussi irriter la peau. Une des cyanotoxines les plus courantes est la microcystine, qui peut être produite par plusieurs espèces d'algues bleu-vert. Plus particulièrement, la microcystine-LR (MC-LR) est la cyanotoxine la plus étudiée et est souvent présente dans les eaux douces (Rinehart *et al.*, 1994; Carmichael, 2000). Pour assurer la salubrité de l'eau potable, les Normes de qualité de l'eau potable de l'Ontario ont établi une concentration acceptable maximale de 1,5 µg/L pour la toxine la plus courante, la MC-LR (Règlement de l'Ontario 169/03 du MEACC).

### Problématiques du traitement de l'eau potable

En règle générale, les algues bleu-vert produisent et entreposent des cyanotoxines dans leurs cellules, mais à mesure qu'elles vieillissent ou éventuellement se détériorent, des cyanotoxines peuvent être rejetées. Les cyanotoxines peuvent exister sous deux formes (figure 1-1) :

- **À l'intérieur des cellules** : les cellules des algues bleu-vert sont saines et les cyanotoxines se trouvent à l'intérieur.
- **À l'état libre** : les cyanotoxines sont rejetées lorsque les cellules des algues bleu-vert vieillissent ou deviennent endommagées et se détériorent.

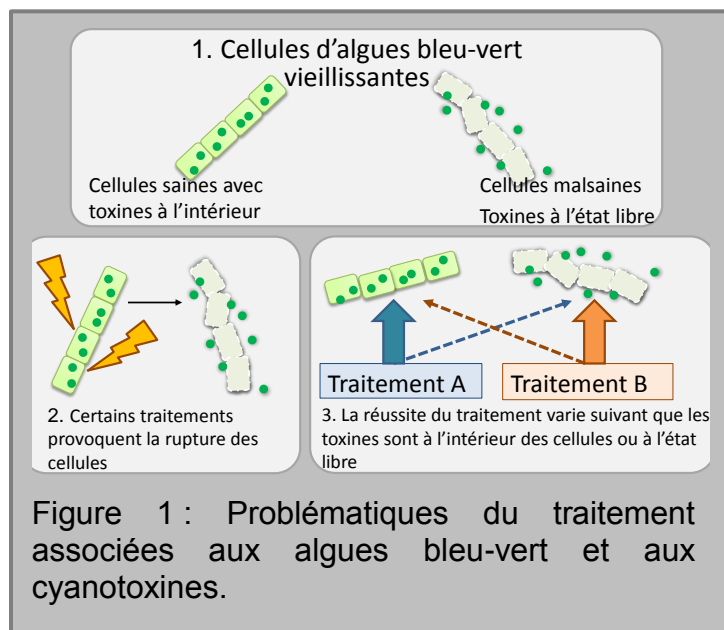


Figure 1 : Problématiques du traitement associées aux algues bleu-vert et aux cyanotoxines.

Il peut être difficile de sélectionner un processus de traitement de l'eau potable qui convienne pour éliminer ou détruire les cyanotoxines, car certains des processus de traitement risquent de rompre les cellules, qui rejettent alors des toxines (figure 1-2). En outre, les divers processus de traitement peuvent seulement éliminer ou dégrader efficacement soit les toxines à l'intérieur des cellules ou les toxines à l'état libre (figure 1-3).

Au cours des premières phases de la prolifération des algues bleu-vert, les installations de traitement devraient avoir pour objectif d'éliminer les cellules intactes au moyen d'une méthode qui diminue les dommages aux cellules et prévient le rejet des toxines. Dans les phases suivantes d'une prolifération, les cellules se dégradent naturellement et des toxines sont rejetées, ce qui présente un problème supplémentaire pour les installations de traitement.

### Que savons-nous au sujet des effets des cyanotoxines sur les petits réseaux d'eau potable?

En Ontario, il y a environ 18 000 petits réseaux d'eau potable qui sont réglementés par le ministère de la Santé et des Soins de longue durée (MSSLD, 2009). Toutefois, peu d'études ont examiné l'effet des technologies des petits réseaux d'eau potable sur l'élimination des algues bleu-vert ou des cyanotoxines.

Il a été montré que des filtres à cartouche à résine échangeuse d'ions et à charbon activé en grain (CAG) éliminaient 60 % des cellules d'algues bleu-vert filamenteuses, 10 % des cellules simples et 40 à 57 % des MC-LR à

condition d'être préalablement rincés, purgés et utilisés de façon répétitive (Lawton *et al.*, 1998) (figure 2). Une autre étude a permis de constater que les filtres à cartouche à charbon éliminaient 99 % des MC-LR, tandis que les filtres à cartouche en fibre en rouleau et en papier plissé éliminaient seulement 6 % et 5 % des MC-LR, respectivement (Neumann et Weckesser, 1998) (figure 2). Il a été montré que l'osmose inverse (OI) éliminait 97 % à 99 % des MC-LR, toutefois; les exploitants devraient faire preuve de prudence car des toxines peuvent s'accumuler dans les déchets de l'OI (Neumann, U. et Weckesser, W., 1998). Le traitement aux ultraviolets (UV) peut seulement dégrader 50 % des MC-LR après 10 minutes d'exposition aux rayonnements UV à 147  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ; toutefois, le dosage peut être difficilement applicable à cause de son niveau élevé pour les besoins de base de la désinfection (Tsuji *et al.*, 1997) (figure 2).

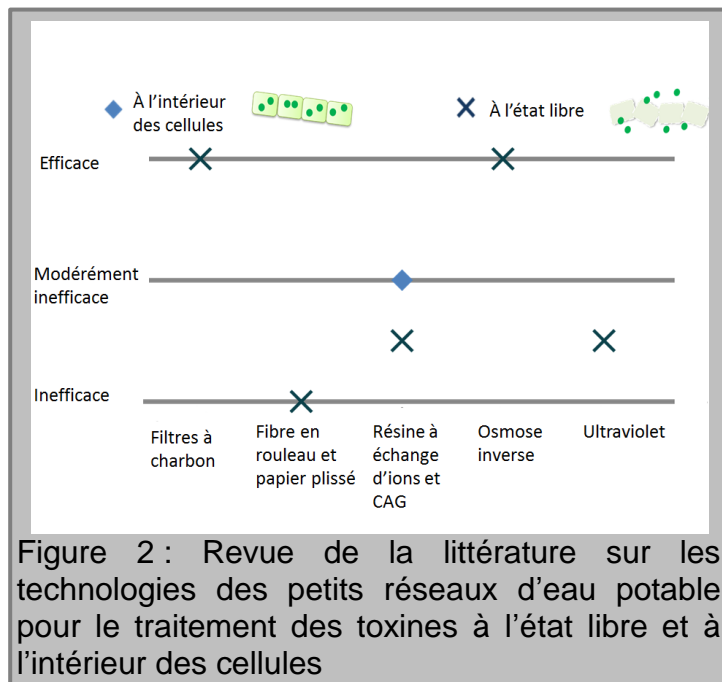


Figure 2 : Revue de la littérature sur les technologies des petits réseaux d'eau potable pour le traitement des toxines à l'état libre et à l'intérieur des cellules

En général, les technologies des petits réseaux d'eau potable ne sont pas adéquatement étudiées en ce qui concerne l'élimination de cyanotoxines telles que la MC-LR.

### Objectif

Le Centre de Walkerton pour l'assainissement de l'eau a effectué un projet d'essai pilote pour étudier les technologies de traitement des petits réseaux d'eau potable visant l'élimination des microcystines et des algues bleu-vert en se servant d'une prolifération naturelle. Les technologies incluait les filtres à cartouche en papier plissé (20 µm, 5 µm et 1 µm) en série servant de traitement préalable suivis d'une filtration sur bloc de charbon, d'une microfiltration sur céramique, d'une ultrafiltration, d'une nanofiltration, d'une osmose inverse et d'un échange d'ions, en parallèle (figure 3). Une filtration de dégrossissement suivie d'une filtration lente sur sable ont aussi fait l'objet d'un essai pilote (figure 3).

### Qu'est-ce que le projet d'essai pilote du CWAE nous a appris?

Cette étude a utilisé une prolifération d'algues bleu-vert comme source d'eau brute. Dans l'eau brute, les concentrations des cellules des algues bleu-vert étaient comprises entre 6 660 et 22 300 cellules/mL, et celles des MC-LR entre 0,19 et 0,29 µg/L. Le prétraitement de la combinaison des filtres à cartouche (20 µm, 5 µm et 1 µm) a éliminé en moyenne 87 % des cellules d'algues bleu-vert, le filtre à cartouche de 1 µm ayant capturé la majorité des cellules. La combinaison des filtres à cartouche du prétraitement (20 µm, 5 µm et 1 µm) a éliminé en moyenne 91 % des MC-LR, le filtre à cartouche de 20 µm ayant

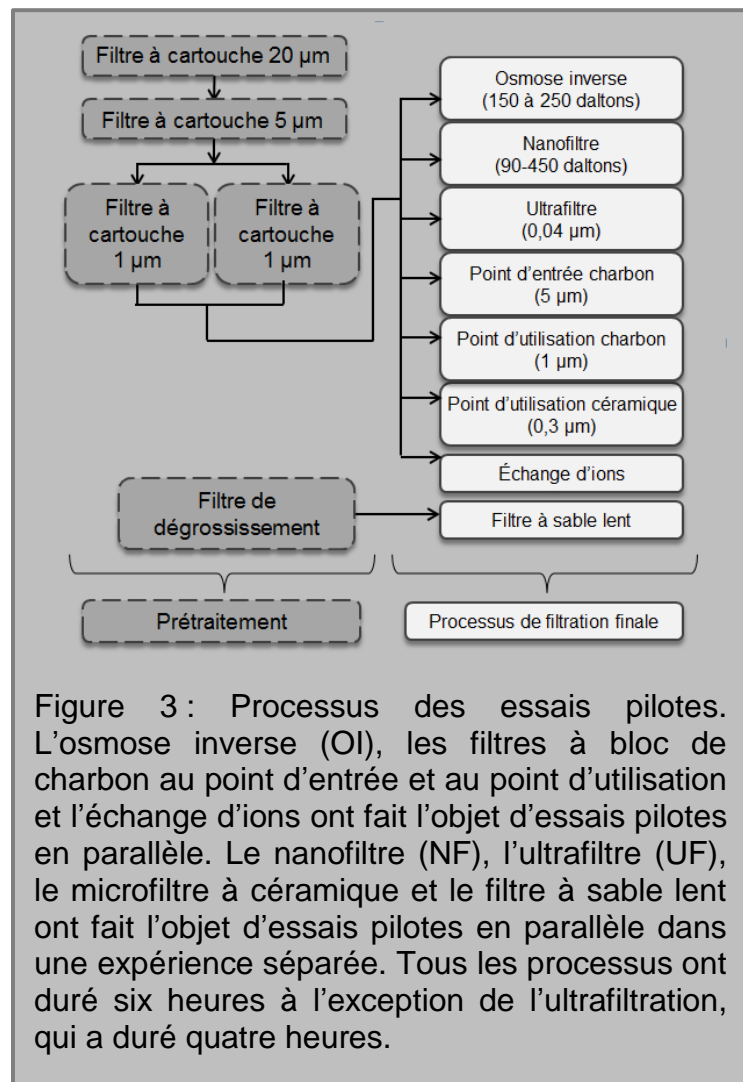


Figure 3 : Processus des essais pilotes. L'osmose inverse (OI), les filtres à bloc de charbon au point d'entrée et au point d'utilisation et l'échange d'ions ont fait l'objet d'essais pilotes en parallèle. Le nanofiltre (NF), l'ultrafiltre (UF), le microfiltre à céramique et le filtre à sable lent ont fait l'objet d'essais pilotes en parallèle dans une expérience séparée. Tous les processus ont duré six heures à l'exception de l'ultrafiltration, qui a duré quatre heures.

capturé la majorité des toxines. Les toxines étaient probablement à l'intérieur des cellules et le filtre à cartouche de 20 µm a capturé les cellules contenant des toxines.

Y compris le prétraitement, l'osmose inverse, la nanofiltration, l'ultrafiltration, la microfiltration sur céramique et la filtration sur bloc de charbon au point d'entrée ont éliminé ≥ 99,9 % des cellules d'algues bleu-vert (tableau 1). L'osmose inverse, la nanofiltration, la filtration 1 µm) ont éliminé ≥ 95 % des cyanotoxines et des MC-LR (tableau 1).

### Limitations et étapes suivantes

Cette étude confirme l'importance de la mise en œuvre d'un processus de traitement à barrière multiple pour capter les cyanotoxines

à l'intérieur des cellules et à l'état libre. Cette étude porte principalement sur les technologies de traitement de l'eau; toutefois la protection de l'eau de source et la gestion du bassin hydrographique constituent des aspects critiques du contrôle des algues bleu-vert.

**Tableau 1.** Élimination des cellules d'algues bleu-vert et des MC-LR par le processus indiqué à la figure 3.

Processus de traitement	≥ 99,9 % des cellules d'algues bleu-vert éliminées	≥ 95 % des MC-LR éliminés
Prétraitement + Osmose inverse	✓	✓
Prétraitement + Nanofiltre	✓	✓
Prétraitement + Ultrafiltre	✓	(81 %)
Prétraitement + Filtre à bloc de charbon point d'entrée	✓	✓
Prétraitement + Filtre à bloc de charbon point d'utilisation	(97 %)	✓
Prétraitement + Microfiltre à céramique	✓	(86 %)
Prétraitement + Échange d'ions	(82 %)	(90 %)
Prétraitement + Filtre à sable lent	(97%)	✓

Note. La durée a été de six heures, sauf indication contraire. L'eau brute contenait de 0,19 à 0,29 µg/L de MC-LR et de 6 660 à 22 300 cellules d'algues bleu-vert par mL.

Tous les trains de traitement (figure 3) ont éliminé un pourcentage élevé de cellules d'algues bleu-vert et de MC-LR de la source d'eau brute naturelle contenant la prolifération d'algues bleu-vert. Toutefois, la densité des cellules et la concentration des MC-LR étaient faibles à modérées dans l'eau analysée, et cette étude s'est effectuée sur une durée de seulement six heures. D'autres études seront nécessaires pour investiguer la performance de ces systèmes en présence d'une prolifération d'algues bleu-vert plus dense et pendant une plus longue période de temps.

La forme et la taille des cellules des algues bleu-vert varient. Par conséquent, les résultats d'études parallèles peuvent aussi varier si les proliférations d'algues bleu-vert sont différentes.

En outre, cette étude n'a pas évalué le taux d'adsorption et de désorption des systèmes de filtration ni les problèmes opérationnels (p. ex. exigences relatives au nettoyage ou au remplacement) de chaque système. Cet aspect du projet devra être examiné dans des études ultérieures.

### Avis

Cette fiche technique est présentée à titre d'information seulement et n'a en aucun cas pour but de fournir des recommandations ou des conseils particuliers. Il s'agit d'une compilation d'informations provenant de diverses sources, et l'exhaustivité ou l'exactitude de ces informations n'a pas été confirmée indépendamment. Les informations fournies ne supposent pas de la part du Centre de Walkerton pour l'assainissement de l'eau (Centre) ou de ses employés un appui ou une garantie de n'importe laquelle d'entre elles.

## Avis... suite

Le gouvernement de l'Ontario, le Centre et ses employés n'assument aucune responsabilité et ne peuvent pas être tenus responsables de quelque façon que ce soit des informations, interprétations, commentaires ou opinions exprimés dans la fiche technique.

## Documents de référence

Carmichael, W.W. (2000) Assessment of blue-green algal toxins in raw and finished drinking water. AWWA Research Foundation and American Water Works Association. USA p. 179.

Lawton, L.A., Cornish, B.J.P.A and MacDonald, A.W.R (1998) Removal of cyanobacterial toxins (microcystins) and cyanobacterial cells from drinking water using domestic water filters. *Water Research* 32(3): 633-638.

Ministère de la Santé et des Soins de longue durée (2009) Rapport initial sur la santé publique. Division de la santé publique.

Règlement de l'Ontario 169/03 du MEACC (2003) Normes de qualité de l'eau potable de l'Ontario.

Neumann, U. and Weckesser, W. (1998) Elimination of Microcystin Peptide Toxins from Water by Reverse Osmosis. *Environmental Toxicology and Water Quality* 13: 143-148.

Rinehart, K.L., Namikoshi, M., Choi, B.W. (1994) Structure and biosynthesis of toxins from blue-green algae (cyanobacteria). *Journal of Applied Phycology*. 6:159-176.

Tsuji, K., Watanuki, T., Kondo, F., Watanabe, M.F., Nakazawa, H., Suzuki, M., Uchida, H. and Harada, K. (1997) Stability of microcystins from cyanobacteria – IV Effect of Chlorination on decomposition. *Toxicon*. 35(7):1099-1041.

## Remerciements

Les auteurs de cette fiche technique sont notamment Victoria Colling, Lindsay Ariss, Laura Zettler, Jeff Avedesian, Xiaohui Jin, Devendra Borikar et Souleymane Ndongue. Nous aimerions aussi reconnaître la contribution de la Direction des services de laboratoire du ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique pour l'analyse des variantes des microcystines, les services de santé publique de la ville d'Hamilton pour l'identification d'une prolifération d'algues bleu-vert et son aide dans le prélèvement de l'eau, et l'Institute of Technology and Advanced Learning du Collège Humber pour ses conseils techniques et l'utilisation de colonnes de filtration lente sur sable à l'échelle du projet pilote.

## Cours de formation connexes

Le CWAE peut offrir des cours liés à ce sujet. Veuillez parcourir nos descriptions de cours pour en apprendre plus sur la formation connexe : [www.wcwc.ca/registration](http://www.wcwc.ca/registration)

## Pour de plus amples renseignements

Pour de plus amples renseignements sur ce projet d'essai pilote, communiquez avec le CWAE.

Pour de plus amples renseignements et des ressources au sujet des programmes de recherche sur l'eau potable et de la formation des exploitants de réseau d'eau, veuillez visiter notre site Web :

[www.wcwc.ca](http://www.wcwc.ca)

Centre de Walkerton pour l'assainissement de l'eau

20, Ontario Road, C.P. 160

Walkerton (Ontario) N0G 2V0

519 881-2003 ou libre-appel 866 515-0550