



**Recommandations canadiennes  
pour la qualité des eaux  
visant la protection de la vie aquatique**

**MANGANÈSE  
(dissous)  
2019**

Le manganèse (Mn; CAS 7439-96-5) est un métal abondant du groupe VII présent à l'état naturel. Dans l'environnement aquatique, le manganèse existe principalement sous forme manganeeuse ( $Mn^{2+}$ ) et manganique ( $Mn^{4+}$ ) et les transitions entre les deux se font par réactions d'oxydation ou de réduction. Le manganèse peut former des complexes avec divers ligands organiques et existe sous une grande variété de sels, ceux-ci étant plus propices à la dissolution dans l'eau.

**Tableau 1. Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux (RCQEa) visant la protection de la vie aquatique pour le manganèse dissous dans certaines conditions de qualité des eaux.**

	Concentration référence à court terme ( $\mu\text{g/L}$ )	Recommandation à long terme ( $\mu\text{g/L}$ )
Eau douce	3 600 <sup>a</sup>	430 <sup>b</sup>
Eau de mer	Non évaluée	Non évaluée

<sup>a</sup> La concentration référence à court terme est calculée au moyen du calculateur de RCQEa et de concentrations référence en Annexe B de CCME (2019) ou de l'équation suivante :  $\text{Référence} = e^{(0,878[\ln(\text{dureté})] + 4,76)}$ . La valeur indiquée dans le tableau est pour des eaux de surface ayant une dureté de 50 mg/L. L'équation pour la concentration référence est valide pour une dureté de 25 à 250 mg/L.

<sup>b</sup> La RCQEa à long terme se trouve au moyen du tableau de référence (voir le tableau 5) ou au moyen du calculateur de RCQEa et de concentrations références en Annexe B de CCME (2019). La valeur indiquée dans le tableau est pour des eaux de surface ayant une dureté de 50 mg/L et un pH de 7,5. Le tableau de la RCQEa est valide pour une dureté de 25 à 670 mg/L et un pH de 5,8 à 8,4.

### Production et utilisations

Le manganèse occupe le quatrième rang des métaux les plus utilisés mondialement, derrière le fer, l'aluminium et le cuivre (Webb, 2008). Au Canada, le manganèse est surtout utilisé comme additif et alliage pour la production d'acier (Santé Canada, 1987). Le deuxième marché en importance du manganèse est la production de piles sèches alcalines, dans lesquelles le dioxyde de manganèse est utilisé comme dépolarisant. Le manganèse est également présent dans des milliers d'articles métalliques et de produits non métalliques de la vie courante, notamment les allumettes, le verre, les parfums, les briques, les peintures, les vernis, les huiles, les désinfectants, les engrais et la nourriture pour animaux (Nagpal, 2001; Webb, 2008).

L'extraction et le traitement du minerai de manganèse ne sont actuellement pas viables sur le plan économique au Canada; par conséquent, le Canada importe maintenant tout le manganèse dont il a besoin (Webb, 2008). Les principaux producteurs de minerai de manganèse sont la Chine, l'Afrique du Sud, l'Australie, le Brésil et le Gabon, qui, ensemble, approvisionnent 80 % du

marché mondial (Webb, 2008). Le Canada importe également une quantité importante de silico-manganèse et d'oxyde de manganèse des États-Unis (Corathers, 2014).

### Devenir, comportement et répartition

Le manganèse peut se retrouver sous forme de 11 états d'oxydation; les plus fréquents étant +2 (p. ex., chlorure de manganèse ou sulfate) et +4 (p. ex., dioxyde de manganèse) (Institut international du manganèse, 2012). La plupart des sels de manganèse sont facilement solubles dans l'eau, sauf pour les phosphates et carbonates de manganèse, qui ont une faible solubilité dans l'eau. Les oxydes de manganèse sont encore moins solubles que les phosphates et carbonates de manganèse et sont pratiquement insolubles dans l'eau. De toutes les espèces chimiques de manganèse se trouvant dans les environnements aquatiques, l'ion de manganèse aqueux ( $Mn^{2+}$ ) semble être la forme la plus assimilable et, ainsi, la plus toxique. Des changements dans les conditions de l'environnement qui influent sur la spéciation du manganèse, notamment le potentiel d'oxydo-réduction, le pH et la dureté, peuvent également modifier la toxicité du manganèse. Dans des conditions oxydiques, le  $Mn^{2+}$  s'oxyde en  $MnO_2$  insoluble, et la sédimentation du  $MnO_2$  entraîne un déplacement du manganèse de la colonne d'eau vers les sédiments (Graham et coll., 2012). Dans des eaux anoxiques, du  $Mn^{2+}$  est produit par la réduction du  $Mn^{4+}$  insoluble et est déplacé des sédiments vers la colonne d'eau (Hedgecote et coll., 1998).

### Concentrations environnementales

Le manganèse se trouve à l'état naturel et peut aussi être rejeté dans l'environnement en raison de l'activité humaine; par conséquent, les concentrations de manganèse dans l'environnement varient à l'échelle du pays. Au Canada, le manganèse est enrichi dans les dépôts de sable bitumineux (sables de l'Athabasca). Des données de surveillance des concentrations de manganèse dans les eaux de surface disponibles pour différents plans d'eau ayant différentes influences anthropiques au Canada (tableau 2).

**Tableau 2. Concentrations de manganèse dissous dans les eaux de surface au Canada**

Emplacement	Années d'échantillonnage	Manganèse dissous		
		Moyenne ( $\mu\text{g/L}$ )	Min ( $\mu\text{g/L}$ )	Max ( $\mu\text{g/L}$ )
Nouveau-Brunswick	2007 à 2008	31	0,4	74
Région de l'Athabasca <sup>1</sup>	2004 à 2015	48,1	< 0,004	10 800
Saint-Laurent	2000 à 2014	5,27	0,39	28,21
Québec <sup>2</sup>	2008 à 2015	6,45	0,31	400
Manitoba	2003 à 2014	46,56	0,38	1 170
Manitoba <sup>3</sup>	2000 à 2016	1,06	0,4	6 220
Alberta	2003 à 2015	22,20	0,05	3 300
Alberta <sup>4</sup>	2004 à 2016	23,06	< 0,003	2 380
Saskatchewan	2003 à 2014	145,52	0,05	3 090

<sup>1</sup>Regional Aquatics Monitoring Program (2015); <sup>2</sup>Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2017); <sup>3</sup>Ministère du Développement durable du Manitoba (2016); <sup>4</sup>Alberta Environment and Parks (2017); tous les autres renseignements proviennent de programmes de surveillance fédéraux (Environnement et Changement climatique Canada, 2015).

## **Effets sur la vie aquatique**

Le manganèse est un élément essentiel du point de vue biologique qui joue un rôle important dans plusieurs processus physiologiques à titre de constituant de multiples enzymes et d'activateur d'autres enzymes; les concentrations tissulaires de manganèse sont habituellement soumises au contrôle homéostatique (Martin, 1974 cité dans Steenkamp et coll., 1994). Les concentrations dans l'environnement qui sont bien en deçà de la plage des concentrations optimales pour une espèce peuvent perturber l'homéostasie et entraîner des carences de manganèse ayant des effets observables (Knox et coll., 1981; McHargue et Calfee, 1932; Tan et coll., 2012). Les besoins nutritionnels en manganèse varient grandement entre les espèces; toutefois, des concentrations supérieures à ces besoins peuvent entraîner des effets nocifs. Chez les poissons, l'ion libre manganeux ( $Mn^{2+}$ ) est principalement absorbé par les branchies; toutefois, l'absorption de manganèse peut aussi se faire par les cellules du nerf olfactif (Rouleau et coll., 1995). Une fois le manganèse absorbé, le métal se déplace rapidement dans le sang jusqu'aux autres parties du corps et peut traverser les membranes biologiques et pénétrer dans les reins, le cerveau et le foie. L'information sur le mode d'action toxique du manganèse chez les organismes aquatiques est limitée et a fait l'objet d'un examen plus vaste chez les mammifères. Certaines preuves donnent à penser que le manganèse favorise la formation d'espèces réactives de l'oxygène causant un stress oxydatif, des dommages aux tissus, de l'inflammation et de la neurodégénération chez les poissons (Vieira et coll., 2012; Valavanidis et coll., 2006). Chez certaines espèces d'algues, le manganèse peut provoquer une carence en fer, pouvant entraîner une inhibition de la synthèse chlorophyllienne. On soupçonne aussi que le manganèse augmente la toxicité d'autres métaux chez les microalgues (Organisation mondiale de la santé, 2004).

## **Facteurs influant sur la toxicité**

Les conditions de la chimie de l'eau influencent la toxicité du manganèse pour les organismes aquatiques en perturbant son évolution dans l'environnement, son comportement et sa biodisponibilité. Il y avait suffisamment de données pour évaluer l'influence de trois variables sur la toxicité du manganèse : la dureté sous forme de  $CaCO_3$  (ci-après la « dureté »), le pH et le carbone organique dissous (COD) en procédant à une variation de la variable d'intérêt alors que les autres variables étaient maintenues constantes. Il a été constaté que la toxicité chez les invertébrés et les poissons dans le cadre d'expositions à court et à long terme baissait lorsque la dureté de l'eau augmentait, probablement en raison de la concurrence que se livrent les cations de  $Ca^{2+}$  et de  $Mg^{2+}$  pour les sites de liaison sur le ligand biotique (Lasier et coll., 2000). Un effet de modification de la toxicité causé par le pH a été constaté chez les algues dans le cadre d'un examen des données chroniques, selon lequel le nombre accru d'ions de  $H^+$  réduit la toxicité du manganèse en raison de la concurrence (Peters et coll., 2011). Aucune tendance n'est ressortie relativement à la toxicité à long terme en fonction de modifications du COD. Cette constatation est conforme à la chimie connue du manganèse en solution, le manganèse présentant une faible affinité pour la matière organique. Des relations empiriques ont été établies pour les expositions à court et à long terme afin de normaliser les données de toxicité en fonction de la dureté (poissons et invertébrés) et du pH (plantes et algues) courants dans l'eau. Tous les détails de l'évaluation se trouvent dans le document scientifique (Le Conseil canadien des ministres de l'environnement [CCME], 2019).

## Calcul des recommandations pour la qualité des eaux

Le calcul de la concentration référence à court terme et de la recommandation à long terme a été réalisé suivant les étapes générales ci-dessous :

1. Les concentrations avec effet ont été converties de total à dissous, au besoin, au moyen d'un facteur de conversion de 0,978.
2. Des relations entre la toxicité et les facteurs influant sur la toxicité du manganèse (dureté de l'eau pour les poissons et les invertébrés, pH pour les plantes et les algues) ont été établies pour les expositions à court et à long terme.
3. Grâce aux équations modifiant la toxicité, l'ensemble de données sur la toxicité a été normalisé à une dureté de l'eau de 50 mg/L pour les poissons et les invertébrés ou à un pH de 7,5 pour les plantes et les algues.
4. L'ensemble de données pour la distribution de sensibilité des espèces (DSE) a ensuite été sélectionné au moyen des critères énoncés dans le protocole du CCME (2007).
5. Des DSE fondées sur la moyenne des modèles et les statistiques connexes, notamment la HC<sub>5</sub>, ont été établies au moyen de la trousse *ssdtools* du logiciel R (Thorley et Schwarz 2018) (voir les figures 1 et 2).
6. L'équation pour la concentration référence à court terme (équation 4) a ensuite été élaborée à partir de la HC<sub>5</sub> de la DSE. Elle permet aux utilisateurs de calculer la concentration référence à d'autres valeurs de dureté de l'eau.
7. Pour la recommandation à long terme, les étapes 3 et 6 ont été répétées afin de couvrir la plage des données sur la chimie de l'eau, et toutes les valeurs HC<sub>5</sub> résultantes ont été incorporées dans un tableau pour la recommandation définitive à long terme (tableau 5).

Le document scientifique portant sur la RCQEA du manganèse et sa feuille de calcul en Annexe A décrivent en détail l'approche et les données comprises dans les DSE et les références utilisées (CCME, 2019).

### *Concentration référence à court terme dans l'eau douce*

Le CCME établit des concentrations références à court terme à partir de données relatives aux effets sévères (comme la létalité) pour des périodes définies d'exposition à court terme. Ces concentrations références sont des indicateurs d'effets sévères sur l'écosystème aquatique et visent à renseigner sur les risques sévères mais transitoires (p. ex., déversements et utilisation ou élimination inappropriée). Elles ne donnent *aucune indication* sur des concentrations références de substances assurant la protection en environnement aquatique, puisque ce sont des concentrations qui *ne protègent pas* contre les effets néfastes de ces substances.

Les exigences minimales en matière de données ont été satisfaites pour l'approche de DSE de type A, et 17 espèces ont été incluses dans le calcul de la concentration référence (voir le tableau 3). Les concentrations avec effet ont été normalisées à une dureté de 50 mg/L au moyen de l'équation suivante :

### **Équation 1.**

$$CL_{50} \text{ (à une dureté de 50 mg/L)} = e^{((\ln(CL_{50} \text{ originale})) - 0,878 * (\ln(\text{dureté originale}) - \ln(50)))}$$

Chaque espèce a été classée en rang selon sa sensibilité. En général, les salmonidés étaient les plus sensibles lors d'exposition à court terme au manganèse.

Comme la dureté de l'eau est un important facteur influant la toxicité dans l'analyse à court terme, la concentration référence à court terme du CCME est exprimée sous forme d'une équation dans laquelle les valeurs de la dureté de l'eau pour un site donné doivent être introduites pour obtenir une concentration référence pour ce site. Le document scientifique du CCME (2019) décrit ce calcul plus en détail.

### Équation 2.

$$\text{Concentration référence à court terme} = e^{(0,878[\ln(\text{dureté})] + 4,76)}$$

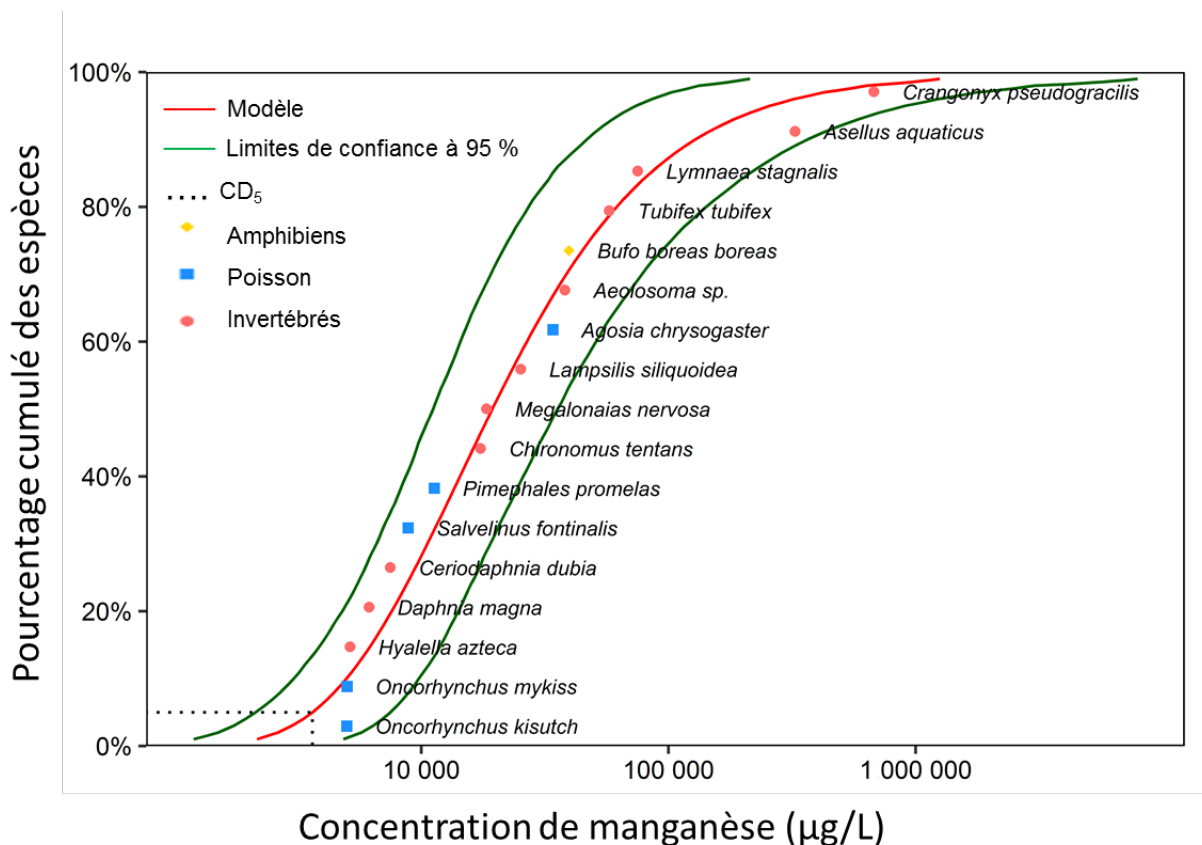
– où la concentration référence est exprimée sous forme de concentration de manganèse dissous ( $\mu\text{g/L}$ ), et la dureté sous forme d'équivalents de  $\text{CaCO}_3$  en  $\text{mg/L}$ .

**Tableau 3. Indicateurs utilisés pour établir la concentration référence à court terme du manganèse dissous dans l'eau douce.**

Rang de la DSE	Espèce	Indicateur	Concentration avec effet normalisée <sup>a</sup> ( $\mu\text{g Mn dissous/L}$ )
1	<i>Oncorhynchus kisutch</i> (saumon coho)	CL <sub>50</sub> 96 h <sup>b</sup>	4 994
2	<i>Oncorhynchus mykiss</i> (truite arc-en-ciel)	CL <sub>50</sub> 96 h <sup>b</sup>	5 009
3	<i>Hyalella azteca</i> (amphipode)	CL <sub>50</sub> 96 h <sup>b</sup>	5 148
4	<i>Daphnia magna</i> (puce d'eau)	CL <sub>50</sub> 48 h <sup>b</sup>	6 149
5	<i>Ceriodaphnia dubia</i> (puce d'eau)	CL <sub>50</sub> 48 h <sup>b</sup>	7 498
6	<i>Salvelinus fontinalis</i> (omble de fontaine)	CL <sub>50</sub> 96 h <sup>b</sup>	8 849
7	<i>Pimephales promelas</i> (méné à grosse tête)	CL <sub>50</sub> 96 h <sup>b</sup>	11 288
8	<i>Chironomus tentans</i> (chironomidé)	CL <sub>50</sub> 96 h	17 386
9	<i>Megaloniaias nervosa</i> (moule)	CL <sub>50</sub> 96 h	18 387
10	<i>Lampsilis siliquoidea</i> (lampsile siliquoïde)	CL <sub>50</sub> 96 h	25 275
11	<i>Agosia chrysogaster</i> (naseux à ventre doré)	CL <sub>50</sub> 96 h	34 077
12	<i>Aeolosoma</i> sp. (annélide)	CL <sub>50</sub> 48 h	38 124
13	<i>Bufo boreas boreas</i> (crapaud boréal)	CL <sub>50</sub> 96 h	39 568
14	<i>Tubifex tubifex</i> (tubicole)	CE <sub>50</sub> 96 h <sup>b</sup>	57 631
15	<i>Lymnaea stagnalis</i> (grand limnéidé)	CL <sub>50</sub> 96 h <sup>b</sup>	75 146
16	<i>Asellus aquaticus</i> (cloporte d'eau)	CL <sub>50</sub> 96 h	325 674
17	<i>Crangonyx pseudogracilis</i> (amphipode)	CL <sub>50</sub> 96 h	678 732

<sup>a</sup> Normalisée à une dureté de 50  $\text{mg/L}$ ; voir le texte pour plus de détails.

<sup>b</sup> Fondé sur une moyenne géométrique de plusieurs valeurs comparables.



**Figure 1. DSE fondée sur la moyenne des modèles à court terme pour le manganèse dissous dans l'eau douce à une dureté de 50 mg/L. Le cinquième percentile (HC<sub>5</sub>) de la DSE pour une exposition à court terme est de 3 600 µg/L.**

Le calculateur de RCQEA et de concentrations références est un outil pouvant servir à calculer les recommandations et les concentrations références relatives au manganèse propres à un site particulier de façon automatique en utilisant Microsoft Excel (voir Annexe B de CCME [2019]). L'équation pour la concentration référence est valide pour une dureté de l'eau de 25 à 250 mg/L ce qui correspond à la plage de données utilisée pour calculer les pentes de dureté. On ne doit pas extrapoler pour une dureté au-delà de 250 mg/L. Pour une dureté inférieure à 25 mg/L, si les utilisateurs veulent une concentration référence plus stricte, ils doivent extrapoler avec prudence et communiquer avec les responsables locaux pour obtenir leur avis. Si les concentrations mesurées dans les échantillons d'eau ne sont exprimées que sous forme de manganèse total, il est recommandé de d'abord comparer ces échantillons à la recommandation pour le manganèse dissous et, s'il y a dépassement, de prélever de nouveaux échantillons pour établir des concentrations de manganèse dissous.

#### Recommandation à long terme pour la qualité de l'eau douce

Les recommandations sur l'exposition à long terme sont basées sur des concentrations hydriques visant à protéger toutes les formes de vie aquatique pendant des périodes d'exposition indéfinies. Les exigences minimales en matière de données ont été satisfaites pour les recommandations de type A, ce qui a permis d'établir une recommandation à partir de 14 espèces (voir le tableau 4).

Pour l'ensemble de données de DSE à long terme, les concentrations avec effet mesurées ont été normalisées (au moyen des équations 2 et 3) pour plusieurs combinaisons de dureté et de pH allant de 25 à 670 mg/L et de 5,8 à 8,4, respectivement.

La valeur de pente de 0,411 concernant la toxicité à long terme du manganèse relative à la dureté a été utilisée pour normaliser les valeurs de toxicité à long terme des poissons et des invertébrés à différents niveaux de dureté (X) au moyen de l'équation suivante :

**Équation 3.**

$$CE_x \text{ (à X mg/L dureté)} = e^{[(\ln(CE_x \text{ originale})) - 0,411 * (\ln(\text{dureté originale}) - \ln(X))]}$$

La valeur de pente de -1,774 concernant la toxicité à long terme du manganèse relative au pH a été utilisée pour normaliser les valeurs de toxicité à long terme des algues à une plage de valeurs de pH (X) au moyen de l'équation suivante :

**Équation 4.**

$$CE_x \text{ (à pH X)} = e^{[(\ln(CE_x \text{ originale})) + 1,774 * (\text{pH original} - X)]}$$

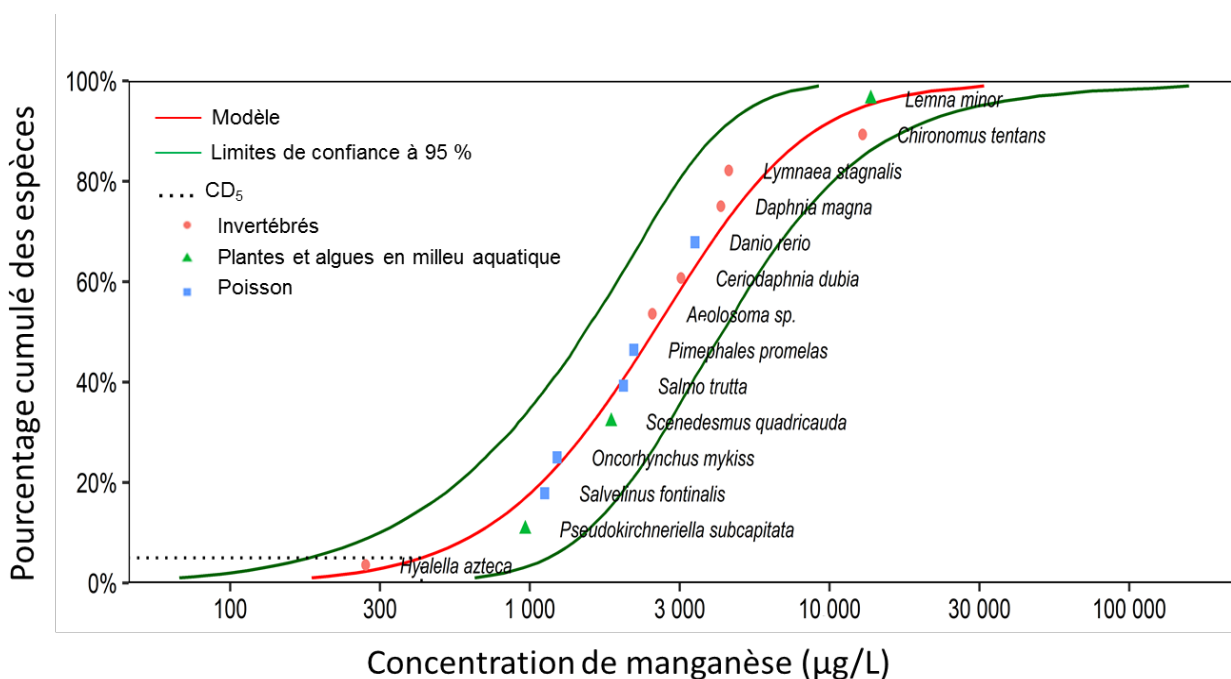
La normalisation à multiples combinaisons est appropriée puisque les sensibilités relatives des invertébrés/poissons et des plantes/algues varient selon la combinaison des conditions de dureté et de pH à un site particulier. Les concentrations avec effet normalisées et leur DSE correspondante à une dureté de 50 mg/L pour les invertébrés et les poissons et à un pH de 7,5 pour les plantes et les algues sont présentées ci-dessous. L'amphipode *Hyalella azteca* était l'espèce la plus sensible à la majorité des combinaisons de dureté et de pH, sauf à un pH élevé, condition à laquelle la toxicité devient plus significative chez les plantes et les algues. L'algue verte *Pseudokirchneriella subcapitata* a les concentrations avec effet les plus basses lorsqu'elles sont normalisées à un pH de 7,7 et à une dureté de 670 mg/L, un pH de 8 et une dureté de 125 à 670 mg/L, et un pH  $\geq 8,3$  et une dureté de 50 à 670 mg/L.

**Tableau 4. Indicateurs utilisés pour établir la RCQEEa sur l'exposition à long terme au manganèse dissous en eau douce**

Rang de la DSE	Espèce	Indicateur	Concentration avec effet <sup>a</sup> (µg Mn dissous/L)
1	<i>Hyalella azteca</i> (amphipode)	CE <sub>10</sub> 35 d (mortalité)	283
2	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> (algue verte)	CE <sub>10</sub> 72 h (assimilation) <sup>b</sup>	965
3	<i>Salvelinus fontinalis</i> (omble de fontaine)	CE <sub>10</sub> 65 d (poids) <sup>b</sup>	1 096
4	<i>Oncorhynchus mykiss</i> (truite arc-en-ciel)	CE <sub>10</sub> 65 d (poids) <sup>b</sup>	1 232
5	<i>Scenedesmus quadricauda</i> (algue verte)	CE <sub>50</sub> 12 d (contenu en chlorophylle)	1 868
6	<i>Salmo trutta</i> (truite de mer)	CE <sub>10</sub> 62 d (poids)	2 052
7	<i>Pimephales promelas</i> (tête-de-boule)	CE <sub>10</sub> 7 d (biomasse sèche) <sup>b</sup>	2 223
8	<i>Aeolosoma</i> sp. (annélidés)	CE <sub>10</sub> 14 d (croissance de population)	2 563
9	<i>Ceriodaphnia dubia</i> (puce d'eau)	CE <sub>10</sub> 7 d (trouble de reproduction) <sup>b</sup>	3 194
10	<i>Danio rerio</i> (poisson zèbre)	CE <sub>10</sub> 30 d (mortalité)	3 555
11	<i>Daphnia magna</i> (puce d'eau)	Cl <sub>25</sub> 21 d (reproduction) <sup>b</sup>	4 341
12	<i>Lymnaea stagnalis</i> (grand limnéidé)	CE <sub>10</sub> 30 d (croissance)	4 612
13	<i>Chironomus tentans</i> (moucheron)	CE <sub>10</sub> 62 d (mortalité)	12 892
14	<i>Lemna minor</i> (lentille mineure)	CL <sub>10</sub> 7 d (compte de frondes)	13 725

<sup>a</sup> Normalisée à une dureté de 50 mg/L pour les invertébrés et les poissons et à un pH de 7,5 pour les plantes et les algues.

<sup>b</sup> Fondé sur une moyenne géométrique de plusieurs valeurs comparables.



**Figure 2. DSE fondée sur la moyenne des modèles à long terme pour le manganèse dissous dans l'eau douce à une dureté de 50 mg/L (pour les invertébrés et les poissons) et à un pH de 7,5 (pour les plantes et les algues). Le cinquième percentile (HC<sub>5</sub>) de la DSE pour une exposition à long terme pour le manganèse est de 430 µg/L.**



La RCQEa à long terme se trouve dans un tableau de référence (voir le tableau 5) ou au moyen du calculateur de RCQEa et de concentrations références (voir Annexe B de CCME [2019]). Le tableau de la RCQEa est valide pour une dureté de 25 à 670 mg/L et un pH de 5,8 à 8,4 ce qui correspond à la plage de données utilisées pour calculer les pentes de dureté et de pH. On ne doit pas extrapoler pour une dureté au-delà de 670 mg/L. Si les utilisateurs veulent une recommandation pour la qualité des eaux plus stricte, le calculateur fournit des valeurs extrapolées pour la dureté de l'eau en dessous de 25 mg/L jusqu'à 10 mg/L ainsi qu'en dessous d'un pH de 5,8 à 5,5 et au-dessus d'un pH de 8,4 à 9. Toutefois, les utilisateurs devraient utiliser ces extrapolations avec prudence et communiquer avec les responsables locaux pour obtenir leur avis. Si les concentrations mesurées dans les échantillons d'eau ne sont exprimées que sous forme de manganèse total, il est recommandé de d'abord comparer ces échantillons à la recommandation pour le manganèse dissous et, s'il y a dépassement, de prélever de nouveaux échantillons pour établir des concentrations de manganèse dissous. Si la dureté de l'eau ou le pH d'un site particulier ne sont pas connus, utiliser des valeurs normatives de 50 mg/L et de 7,5, respectivement, afin de représenter des conditions de laboratoire prudentes et courantes.

**Tableau 5. RCQEa à long terme pour le manganèse dissous (µg/L).**

Dureté de l'eau (mg/L sous forme de CaCO <sub>3</sub> )	pH 5,8	pH 6,0	pH 6,3	pH 6,5	pH 6,7	pH 7,0	pH 7,2	pH 7,5	pH 7,7	pH 8,0	pH 8,4
25 – 49	290	290	310	330	350	380	380	350	320	270	200
50 – 74	390	400	430	460	490	500	490	430	390	320	220
75 – 99	470	480	530	560	590	590	560	490	440	350	240
100 – 124	530	550	610	640	670	650	610	530	470	370	250
125 – 149	590	620	670	710	730	710	660	570	500	390	260
150 – 174	640	670	740	770	790	750	700	600	520	400	260
175 – 199	690	720	790	830	840	790	730	620	540	420	270
200 – 299	730	770	840	880	890	830	760	640	560	430	270
300 – 399	880	940	1000	1000	1000	940	860	710	610	460	290
400 – 669	1000	1100	1200	1200	1200	1000	930	770	650	480	300
≥ 670	1300	1400	1500	1400	1400	1200	1100	860	720	520	320

\*Si le pH se situe entre deux colonnes de valeurs, arrondir au pH qui donnerait la valeur de RCQEa la plus prudente (la plus basse). Les valeurs recommandées ont été arrondies à deux chiffres significatifs.

Une évaluation de la capacité de protection réalisée pour la RCQEa à long terme (CCME, 2019) a permis de conclure que la recommandation atteignait le niveau de protection visé en vertu du protocole (CCME, 2007).

## Recommandation pour la qualité de l'eau de mer

Les milieux marins ne font pas partie de la portée du présent document; par conséquent, aucune concentration référence ni RCQEA à court terme n'a été élaborée pour le manganèse en milieu marin. Il n'est pas approprié d'appliquer les recommandations pour le manganèse en eau douce aux environnements marins ou estuariens.

## Références

- Alberta Environment and Parks (2017). « Surface Water Quality Data - Manganese. » Disponible sur demande. Alberta Environment and Parks, Edmonton.
- Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) (2007). « Protocole d'élaboration des recommandations pour la qualité des eaux en vue de protéger la vie aquatique. » CCME, Winnipeg.
- CCME (2019). « Document scientifique pour le développement de recommandations canadiennes pour la qualité des eaux visant la protection de la vie aquatique : manganèse. » CCME, Winnipeg.
- Corathers, L. (2014). « Manganèse (sortie avancée). 2012 Minerals Yearbook, USGS, p. 47.1-47.19. USGS, Reston, États-Unis.
- Développement durable Manitoba (2016). « Manitoba Water Quality Data: Total and Dissolved Manganese (Mn). » Section de la gestion de la qualité de l'eau, Winnipeg.
- Environnement et Changement climatique Canada (2015). « Données de monitoring de la qualité de l'eau » (non publié).
- Graham, M.C., Gavin, K.G., Kirika, A., et Farmer, J.G. (2012). « Processes controlling manganese distributions and associations in organic-rich freshwater aquatic systems: The example of Loch Bradan, Scotland. » *Sci. Total Environ.* vol. 424, p. 239–250.
- Hedgecott, S., Dixon, E., Bailey, K.L., et Jillians, S. (1998). « Proposed Environmental Quality Standards for Manganese in Water. » DETR 4497/1. Department of the Environment, Transport and Regions, Londres, R.-U.
- International Manganese Institute (2012). « The Derivation of Limit Values for Manganese and Its Compounds in Freshwaters: Data Availability. » Fiche signalétique 1, p. 1-2. International Manganese Institute, Paris.
- Knox, D., Cowey, C., et Adron, J. (1981). « The effect of low dietary manganese intake on rainbow trout (*Salmo gairdneri*). » *Br. J. Nutr.* vol. 46, p. 495–501.
- Lasier, P., Winger, P., et Bogenrieder, K. (2000). « Toxicity of manganese to *Ceriodaphnia dubia* and *Hyalella azteca*. » *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* vol. 38, p. 298–304
- McHargue, R., et Calfee, R. (1932). « Manganese essential for the growth of *Lemna major*. » *Plant Physiol.* vol. 7, n° 4, p. 697–703.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2017). Banque de données sur la qualité du milieu aquatique (BQMA), Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, Québec.
- Nagpal, N. (2001). « BC Ambient Water Quality Guidelines for Manganese. » BC Ministry of Environment, Water Protection and Sustainability Branch, Environmental Sustainability and Strategic Policy Division, Victoria.
- Organisation mondiale de la santé (2004). Résumé succinct international sur l'évaluation des risques chimiques n° 63. « Manganese and Its Compounds: Environmental Aspects. » Organisation mondiale de la santé, Genève, Suisse.
- Peters, A., Lofts, S., Merrington, G., Brown, B., Stubblefield, W., et Harlow, K. (2011). « Development of biotic ligand models for chronic manganese toxicity to fish, invertebrates and algae. » *Environ. Toxicol. Chem.* vol. 30, n° 11, p. 2407–2415.
- Regional Aquatics Monitoring Program. (2015). Base de données de surveillance du RAMP Alberta. Disponible en ligne : [www.ramp-alberta.org/ramp/data.aspx](http://www.ramp-alberta.org/ramp/data.aspx) (consulté en décembre 2015).
- R Core Team (2017). « R: A Language and Environment for Statistical Computing. » R Foundation for Statistical Computing, Vienne, Autriche.
- Rouleau, C., Tjalve, H., Gottofrey, J., et Pelletier, E. (1995). « Uptake, distribution, and elimination of <sup>54</sup>Mn(II) in the brown trout (*Salmo trutta*). » *Environ. Toxicol. Chem.* vol. 14, n° 3, p. 483–490.
- Santé Canada (1987). « Manganèse. » Santé de l'environnement et du milieu du travail. Santé Canada, Ottawa.
- Steenkamp, V., du Preez, H., Schoonbee, H., et van Eeden, P. (1994). « Bioaccumulation of manganese in selected tissues of the freshwater crab, *Potamonautes warreni* (Calman), from industrial and mine-polluted freshwater ecosystems. » *Hydrobiologia* vol. 288 p. 137–150.

- Tan, X-Y., Xie, P., Luo, Z., Lin, H-Z., Zhao, Y-H., et Xi, W-Q. (2012). « Dietary manganese requirement of juvenile yellow catfish *Pelteobagrus fulvidraco*, and effects on whole body mineral composition and hepatic intermediary metabolism. » *Aquaculture* vol. 326–329, p. 68–73.
- Thorley, J. et Schwarz, C. (2018). « ssdtools: Species Sensitivity Distributions. » R package version 0.0.1. Accessible à : <https://github.com/bcgov/ssdtools> (consulté en mai 2017).
- Valavanidis, A., Vlahogianni, T., Dassenakis, M., et Scoullou, M. (2006). « Molecular biomarkers of oxidative stress in aquatic organisms in relation to toxic environmental pollutants. » *Ecotoxicol. Environ. Saf.* vol. 64, p. 178–189.
- Vieira, M.C., Torronteras, R., Cordoba, F., et Canalejo, A. (2012). « Acute toxicity of manganese in goldfish *Carassius auratus* is associated with oxidative stress and organ specific antioxidant responses. » *Ecotoxicol. Environ. Saf.* vol. 78, p. 212–217.
- Webb, T. (2008). « Manganese ». *Mineral Commodity Profile No. 1, Développement de l'énergie et des ressources du Nouveau-Brunswick, Énergie et Mines, Ressources minérales et pétrolières, Minéraux, Fredericton.*

### **Comment citer ce document :**

Conseil canadien des ministres de l'environnement. 2019. *Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique — manganèse.* Dans *Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement, 1999.* Conseil canadien des ministres de l'environnement, Winnipeg, Manitoba.

Pour les questions de nature scientifique, veuillez contacter :

Environnement et Changement climatique Canada

Place Vincent Massey

351, boulevard St-Joseph Gatineau

(Québec) K1A 0H3

Téléphone : 1-800-668-6767 (Canada seulement) ou 1-819-997-2800 (région de la capitale nationale)

Courriel : [ec.rqe-egg.ec@canada.ca](mailto:ec.rqe-egg.ec@canada.ca)

Also available in English.

© Conseil canadien des ministres de l'environnement 2019

Extrait de la publication no 1300; ISBN 1-896997-36-8