



## Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique

## THALLIUM

Le thallium (Tl) est un élément inorganique présent dans l'écorce terrestre à des concentrations variant entre 0,3 et 0,6 mg·kg<sup>-1</sup> (CNRC, 1982). Le thallium se présente rarement sous forme de vastes gisements de minerai, mais il peut être extrait du minerai sulfuré de plomb, de cuivre et de zinc et peut également être associé aux minerais à teneur en cadmium, en fer et en potassium, comme les feldspars et les micas. Les minerais de thallium tels la crookésite, la hutchinsonite, la lorandite et l'avicennite sont d'origine naturelle, mais ils sont rares. La plus grande partie du thallium utilisé au Canada est importée des États-Unis et employée dans les alliages, les électrodes, le verre à haut pouvoir de réfraction fondant à basse température, l'imagerie cardiaque et la galvanoplastie et comme composé supraconducteur haute température (ATSDR, 1991; Gregotti et coll., 1992; Sager, 1992). Des composés du thallium sont également utilisés dans les cellules photoélectriques, les détecteurs infrarouges, les catalyseurs, les teintures, les faux bijoux, les équipements électriques, les émulsions photographiques et les préparations céramiques et les ozonmètres ainsi qu'en pyrotechnie (McNeely et coll., 1979; Chandler et Scott, 1986; ATSDR, 1991). La production mondiale annuelle de thallium était estimée à 30 tonnes en 1985 (Emsley, 1991).

Les milieux aquatiques reçoivent des apports naturels de thallium sous l'effet de l'altération atmosphérique, mais cette forme de contamination n'est pas considérée importante du point de vue toxicologique. Cependant, certaines sources anthropiques ponctuelles, dont la potasse, les effluents produits par le grillage de la pyrite au cours de la production d'acide sulfurique et l'extraction et la fusion du cuivre, de l'or, du zinc, du plomb et du cadmium, peuvent être préoccupantes (McNeely et coll., 1979). La combustion de la houille et du pétrole libère également du thallium, cette substance étant présente dans les cendres volantes émises par les centrales électriques, et constitue une source potentielle de dépôt atmosphérique sur les eaux de surface (CNRC, 1982).

Le thallium est présent dans les systèmes aquatiques dans les états d'oxydation +1 et +3. L'ion thalleux, Tl(I), n'est pas facilement complexé, tandis que l'ion thallique,

Tl(III), forme plusieurs composés organo-métalliques (Cotton et Wilkinson, 1980). Le thallium peut être éliminé de la tranche d'eau par adsorption à la surface des sédiments et des particules en suspension, demeurer en solution sous forme de complexes solubles ou être absorbé et bio-accumulé par les organismes (USEPA, 1979). Dans des eaux aérobie naturelles, la forme prédominante du thallium est l'ion thalleux. Dans des milieux réducteurs, le thallium peut, en présence de soufre, se précipiter sous forme de sulfure insoluble (Lee, 1971; Magorian et coll., 1974). Les composés thalliques solubles peuvent également se précipiter lorsqu'ils sont transformés par hydrolyse en oxydes colloïdaux. Le thallium n'est pas facilement complexé par les acides humiques, et le pH modifie les interactions entre les ligands et le thallium. O'Shea et Mancy (1978) ont observé qu'une association nette avec les humates ne se produisait qu'à un pH supérieur à 7,2. Le thallium était fortement adsorbé par les argiles de type montmorillonite à un pH de 8,1, mais la sorption était peu importante à un pH de 4 (Magorian et coll., 1974). Une biométhylation a été mise en évidence dans des cultures bactériennes anaérobies, où le Tl (III) était transformé par méthylation en (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>Tl<sup>+</sup> (Huber et coll., 1978), mais l'importance de ce processus dans des conditions naturelles reste à déterminer (CNRC, 1982).

Au Canada, les concentrations de thallium total mesurées dans les eaux douces varient de 1 (Zitko et coll., 1975) à 100 µg·L<sup>-1</sup> (NAQUADAT, 1985). Les concentrations de thallium dissous enregistrées dans les Grands Lacs se situent entre 0,09 et 12 ng·L<sup>-1</sup> (Cheam et coll., 1995). Des concentrations de 5 mg·kg<sup>-1</sup> ont été mesurées dans des sédiments, en aval d'usines de transformation du cuivre et du zinc (Calspun Corporation, 1977).

Des crapets arlequins (*Lepomis macrochirus*) acclimatés pendant 30 jours à du sulfate de thallium (Tl<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) et

**Tableau 1. Recommandations pour la qualité des eaux établies pour le thallium aux fins de la protection de la vie aquatique (Stephenson et coll., 1996).**

Vie aquatique	Recommandation (µg·L <sup>-1</sup> )
Dulcicole	0,8
Marine	Néant*

\* Aucune recommandation n'a été établie.

exposés à une concentration en thallium de 80 µg·L<sup>-1</sup> pendant 28 jours affichaient un FBC de 34 (Barrows et coll., 1980). Des expositions en laboratoire à des concentrations atteignant 0,2 mg·L<sup>-1</sup> pendant 12 jours ont produit des FBC de 114 à 130 pour le tissu musculaire, de 80 à 235 pour le foie et de 27 à 1430 pour les branchies, respectivement (Zitko et coll., 1975). Les FBC ne dépassaient 1000 que pour le tissu des branchies et ce, uniquement à la concentration d'exposition la plus faible, qui était de 18 ng·L<sup>-1</sup>. Des mollusques exposés en continu pendant 88 jours à des concentrations en thallium de 50 et de 100 µg·L<sup>-1</sup> ont accumulé 3,7 et 10,78 µg·kg<sup>-1</sup> de poids sec, respectivement, et des expositions de 40 jours ont produit des accumulations de 2,17 et de 5,29 µg·kg<sup>-1</sup> de poids sec, ce qui indique un FBC <1 (Oehme, 1979). Kwan et Smith (1988) ont signalé que le thallium était fortement bioaccumulable dans la lentille mineure (*Lemna minor*). Les FBC variaient entre 6000 et 88 000, selon les concentrations dans l'eau.

### Élaboration des recommandations pour la qualité des eaux

La recommandation canadienne pour la qualité des eaux établie pour le thallium aux fins de la protection de la vie dulcicole a été élaborée en 1998 selon le protocole du CCME (CCME, 1991). Pour de plus amples renseignements, consulter Stephenson et coll. (1996). On a entrepris un examen de la documentation scientifique publiée entre janvier 1992 et février 1998 afin de compléter les données présentées dans Stephenson et coll. (1996), mais aucune autre donnée significative n'était disponible.

### Vie dulcicole

Chez les vertébrés, les CL<sub>50</sub>-96 h aiguës se situaient entre 0,86 mg·L<sup>-1</sup> pour le tête-de-boule (*Pimephales promelas*) (Leblanc et Dean, 1984) et 132 mg·L<sup>-1</sup> pour le crapet arlequin (*Lepomis macrochirus*) (Dawson, 1977). Dans le cas des invertébrés, les valeurs de toxicité aiguë variaient entre une CL<sub>50</sub>-96 h de 0,68 mg·L<sup>-1</sup> pour *Daphnia magna* (Kimball, s.d.) et une CL<sub>100</sub>-48 h de 4 mg·L<sup>-1</sup> pour *Gammarus* sp. (Nehring, 1962). Chez la plante aquatique *Elodea canadensis*, la CI<sub>50</sub>-24 h et la CI<sub>90</sub>-24 h s'établissaient à 1,43 et à 2,75 mg·L<sup>-1</sup>, respectivement (Brown et Rattigan, 1979).

Pour des œufs fécondés et des larves de *P. promelas* exposés à du sulfate de thallium, la CL<sub>100</sub>-30 j et la CMEO (survie) se chiffraient à 350 et à 40 µg·L<sup>-1</sup>, respectivement (LeBlanc et Dean, 1984). De même, une CL<sub>55</sub>-28 j et une CMEO (croissance) de 292 et de 81 µg·L<sup>-1</sup>, respectivement, ont été mesurées chez *P. promelas* (Kimball, non daté). Pour les embryons du crapaud *Gastrophryne carolinensis*, la CL<sub>50</sub>-7 j était de 110 µg·L<sup>-1</sup>. Chez la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*), la CL<sub>50</sub>-28 j s'établissait à 170 µg·L<sup>-1</sup> (Birge, 1978). Pour de jeunes saumons de l'Atlantique (*Salmo salar*), une concentration létale initiale (CLI-108 j) de 30 µg·L<sup>-1</sup> a été interpolée à partir de la courbe de toxicité (TL<sub>50</sub> en fonction du logarithme de la concentration de thallium), bien qu'on n'ait observé aucun seuil net (Zitko et coll., 1975). Chez les invertébrés, une CL<sub>50</sub>-28 j et une CMEO (reproduction) de 393 et de 181 µg·L<sup>-1</sup>, respectivement, ont été enregistrées pour *D. magna* (Kimball, s. d.).

Les valeurs de toxicité chronique pour les plantes comprennent des CE<sub>50</sub>-10 j de 33, de 41,8 et de 48 µg·L<sup>-1</sup> (0,16, 0,2 et 0,23 nmol·cm<sup>-3</sup>) pour *Lemna minor* et des CMEO de 8,4, de 14,6 et de 16,7 µg·L<sup>-1</sup> (0,04, 0,07 et 0,08 nmol·cm<sup>-3</sup>) pour ce qui est d'une diminution de la superficie des frondes, du poids des frondes et du nombre de frondes, respectivement (Kwan et Smith, 1988). La CMEO de 8,4 µg·L<sup>-1</sup> est confirmée par une CE<sub>50</sub>-14 j

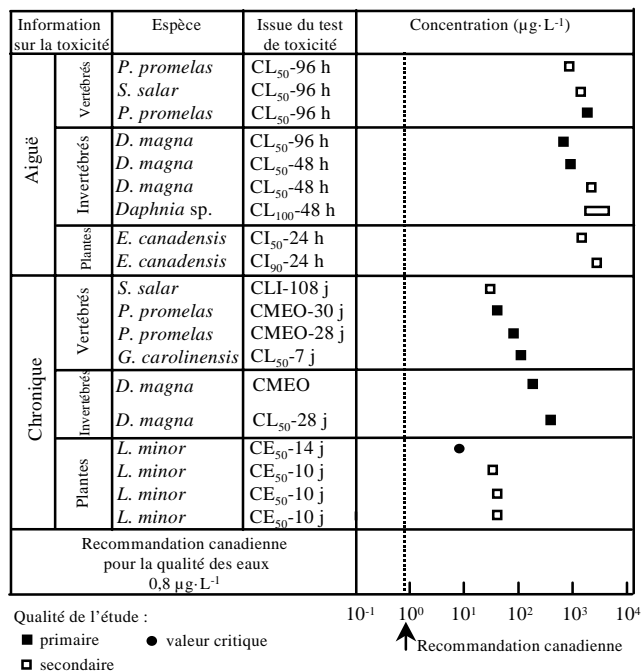


Figure 1. Données choisies sur la toxicité du thallium pour les organismes d'eau douce.

(dommage à l'ensemble de la plante) de  $8 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  pour *L. minor* (Brown et Rattigan, 1979).

La recommandation pour la qualité des eaux établie pour le thallium aux fins de la protection de la vie dulcicole est de  $0,8 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ . On a calculé cette valeur en multipliant par un facteur de sécurité de 0,1 (CCME, 1991) la  $\text{CE}_{50-14}$  j de  $8 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  mesurée chez *L. minor* (Brown et Rattigan, 1979).

## Références

- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Diseases Registry). 1991. Toxicological profile for thallium Ébauche. U.S. Department of Public Health, Washington, DC.
- Barrows, M.E., S.R. Petrocelli, K.J. Macek et J.J. Carroll. 1980. Bioconcentration and elimination of selected water pollutants by bluegill sunfish (*Lepomis macrochirus*), dans *Dynamics, exposure and hazard assessment of toxic chemicals*. R. Hague, éd. Ann Arbor Science Publishers, Ann Arbor, MI.
- Birge, W.J. 1978. Aquatic toxicology of trace elements of coal and fly-ash, dans *Energy and environmental stress in aquatic systems*. J.H. Thorp et J.W. Gibbons, éd. Department of Energy Symposium Series CONF-771114.
- Brown, B.T., et B.M. Rattigan. 1979. Toxicity of soluble copper and other metal ions to *Elodea canadensis*. Environ. Pollut. 20:303-314.
- Calspun Corporation. 1977. Heavy metal pollution from spillage at ore smelters and mills. Préparé par Calspun Corporation, Buffalo, NY, pour USEPA, Cincinnati, OH.
- CCME (Conseil canadien des ministres de l'environnement). 1991. Annexe IX — Méthode d'élaboration des recommandations pour la qualité de l'eau en vue de la protection de la vie aquatique (avril 1991), dans *Recommandations pour la qualité des eaux au Canada*, Conseil canadien des ministres de l'environnement. 1987. Préparée par le Groupe de travail sur les recommandations pour la qualité des eaux. [Mise à jour et reprise avec de légères modifications de fond et d'autres au niveau de la forme dans *Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement*, chapitre 4, Conseil canadien des ministres de l'environnement, 1999, Winnipeg.]
- Chandler, H.A. et M. Scott. 1986. A review of thallium toxicology. J.R. Nav. Med. Serv. 72(2):75-79.
- Cheam, V., J. Lechner, R. Desrosiers, I. Sekerka, G. Lawson et A. Mudroch. 1995. Dissolved and total thallium in Great Lakes waters. J. Gt. Lakes Res. 21(3):384-394.
- CNRC (Centre national de recherches Canada). 1982. Fiches de données sur certains éléments toxiques. CNRC, Comité associé sur les critères scientifiques concernant l'état de l'environnement, Ottawa.
- Cotton, F.A. et G. Wilkinson. 1980. Advanced inorganic chemistry. John Wiley and Sons, New York.
- Dawson, G.W., A.L. Jennings, D. Drozdowski et E. Rider. 1977. The acute toxicity of 47 industrial chemicals to fresh and saltwater fishes. J. Hazard. Mat. 1:303-318.
- Emsley, J. 1991. The elements. 2e éd. Clarendon Press, Oxford, GB.
- Gregotti, C., A. Di-Nucci, L.G. Costa, L. Manzo, R. Sceli, F. Berte et E.M. Faustman. 1992. Effects of thallium on primary cultures of testicular cells J. Toxicol. Environ. Health 36(1):59-69.
- Huber, F., U. Schmidt et H. Kirchmann. 1978. Aqueous chemistry of organolead and organothallium compounds in the presence of microorganisms, dans *Organometals and organometalloids: Occurrence and fate in the environment*, F.E. Brinkman et J.M. Bellama, éd. Am. Chem. Soc. Symp. Ser. No. 82.
- Kimball, G. (n.d.). The effects of lesser known metals and one organic to fathead minnows (*Pimephales promelas*) and *Daphnia magna*. University of Minnesota, Department of Entomology, Fisheries and Wildlife, Minneapolis, MN.
- Kwan, K.H.M. et S. Smith. 1988. The effect of thallium on the growth of *Lemna minor* and plant tissue concentrations in relation to both exposure and toxicity. Environ. Pollut. 52(3):203-219.
- LeBlanc, G.A. et J.W. Dean. 1984. Antimony and thallium toxicity to embryos and larvae of fathead minnows (*Pimephales promelas*). Bull. Environ. Contam. Toxicol. 32:565-569.
- Lee, A.G. 1971. The chemistry of thallium. Elsevier Publishing Co., Amsterdam.
- Magorian, T.R., K.G. Wood, J.G. Michalovic, S.L. Pek et M.M. Van Leir. 1974. Water pollution by thallium and related metals. NTIS PB 253 333. Springfield, VA. (Cité dans USEPA 1980.)
- McNeely, R.N., V.P. Neimanis et L. Dwyer. 1979. Thallium, dans *Références sur la qualité des eaux: Guide des paramètres de la qualité des eaux*. Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, Direction de la qualité des eaux, Ottawa.
- NAQUADAT. 1985. Base nationale des données sur la qualité des eaux. Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, Direction de la qualité des eaux, Ottawa.
- Nehring, D. 1962. Untersuchungen über die toxikologische Wirkung von Thallium-Ionen auf Fische und Fischnährtiere. Z. Fischerei 11:557-561. (comme traduit de l'allemand).
- Oehme, F. 1979. Toxicity of heavy metals in the environment, Part 2. Marcel Dekker, Inc., New York.
- O'Shea, T.A. et K.H. Mancy. 1978. The effect of pH and hardness metal ions on the competitive interaction between trace metal ions and inorganic and organic complexing agents found in natural waters. Water Res. 12:703-711.
- Sager, M. 1992. Speciation of thallium in river sediments by consecutive leaching techniques. Mikrochim. Acta. 106(3-6):241-251.
- Stephenson, G.L., D.J. Spry, B.W. Muncaster, C.D. Wren et T. Fletcher. 1996. Scientific criteria document for the development of an interim provincial water quality objective for thallium. GRA&I. Issue 11. NTIS-MIC-96-01552. Ministère de l'Environnement de l'Ontario, Standards Development Branch, Toronto.
- USEPA (U.S. Environmental Protection Agency). 1979. Thallium, dans *Water-related environmental fate of 129 priority pollutants*. Vol. 1. Introduction, technical background, metals and inorganics, pesticides, polychlorinated biphenyls. EPA-440/4-79-029a. USEPA, Office of Water Planning and Standards, Washington, DC.
- . 1980. Ambient water quality criteria for thallium. EPA 440/5-80-074. USEPA, Office of Water Regulations and Standards, Washington, DC.
- Zitko, V., W.V. Carson et W.G. Carson. 1975. Thallium: Occurrence in the environment and toxicity to fish. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 13: 23-30.

Comment citer ce document :

Conseil canadien des ministres de l'environnement. 1999. *Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique — thallium*, dans *Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement*, 1999, Winnipeg, le Conseil.

Pour les questions de nature scientifique, veuillez  
contacter :

Environnement Canada  
Division des recommandations et des normes  
351, boul. St-Joseph  
Hull (Québec) K1A 0H3  
Téléphone : (819) 953-1550  
Télécopieur : (819) 953-0461  
Courrier électronique : [ceqg-rcqe@ec.gc.ca](mailto:ceqg-rcqe@ec.gc.ca)  
Adresse Internet : <http://www.ec.gc.ca>

Pour obtenir d'autres exemplaires de ce document, veuillez  
contacter :

Documents du CCME  
a/s de Publications officielles du Manitoba  
200, rue Vaughan  
Winnipeg (Manitoba) R3C 1T5  
Téléphone : (204) 945-4664  
Télécopieur : (204) 945-7172  
Courrier électronique : [spccme@chc.gov.mb.ca](mailto:spccme@chc.gov.mb.ca)

© Conseil canadien des ministres de l'environnement 1999  
Extrait de la publication n° 1300; ISBN 1-896997-36-8

Also available in English.