



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

ARSENIC

L'arsenic (élémentaire) est une substance métallique cristalline gris argent qui fond à 817 °C, se volatilise à 613 °C et présente une masse volumique de 5,72 g·cm⁻³ à la température ambiante (Eisler, 1988; Hazardous Substances Data Bank, 1989). De numéro atomique 33, l'arsenic a un poids atomique de 74,92 unités de masse atomique (uma). Bien que l'arsenic soit inodore, sans saveur et insoluble dans l'eau, ses sels inorganiques et ses composés organiques ne possèdent pas tous les mêmes propriétés physiques et chimiques (Hazardous Substances Data Bank, 1989). La solubilité de l'ion arsénique dépend de la nature des contre-ions (Slooff et coll., 1990).

De l'arsenic est produit sous la forme d'anhydride arsénieux (As₂O₃) par la calcination des minerais d'or arsénieux. La demande d'arsenic a baissé depuis les années 1980 en raison de l'écotoxicité de cette substance (Gouvernement du Canada, 1993).

L'arsenic est utilisé dans des applications métallurgiques et entre dans la fabrication des produits de préservation du bois. Il entre également dans la fabrication d'herbicides, de produits pharmaceutiques et du verre (Gouvernement du Canada, 1993).

L'altération des sols et des roches constitue la principale source naturelle de l'arsenic qui pénètre dans les eaux de surface (Nriagu, 1989). Les fonderies et les raffineries sont des sources anthropiques d'arsenic (MacLachy, 1992).

Les concentrations d'arsenic total dans les eaux de surface non contaminées sont généralement inférieures à 2 µg·L⁻¹ (Gouvernement du Canada, 1993). Tous les échantillons prélevés dans des lacs et des estuaires (683 échantillons) présentaient des concentrations d'arsenic de moins de 50 µg·L⁻¹ (Leger, 1991).

L'arsenic est transformé par des mécanismes chimiques et microbiologiques d'oxydation, de réduction et de méthylation (Eisler, 1988). Dans les cours d'eau, environ deux tiers de l'arsenic total est soluble et un tiers est adsorbé à la surface des solides en suspension (Reuther, 1986). L'arsenic se sorbe aux matières humiques colloïdales lorsque les eaux présentent une forte teneur en matières organiques, un pH peu élevé ainsi qu'une faible

teneur en phosphore et en minéraux (Thanabalasingam et Pickering, 1986). L'absorption par le biote, la sorption par les particules de fer ou d'argile et, dans une moindre mesure, la précipitation ou la coprecipitation sont des mécanismes qui influent sur les concentrations d'arsenic (Gouvernement du Canada, 1993).

Rien ne permet de supposer que l'arsenic fait l'objet d'une bioamplification dans les chaînes alimentaires dulcicoles (National Academy of Sciences, 1977; Conseil national de recherches du Canada, 1978; Jenkins, 1980; Phillips, 1980, 1990; Eisler, 1988). Le degré et la vitesse d'absorption sont étroitement liés à la présence de phosphore, substance qui interagit avec l'arsenic et lui dispute les sites de sorption, réduisant ainsi les surfaces disponibles pour l'arsenic (Reuther, 1992).

Élaboration des recommandations pour la qualité des eaux

Les recommandations canadiennes pour la qualité des eaux établies pour l'arsenic aux fins de la protection de la vie aquatique ont été élaborées selon le protocole du CCME (CCME, 1991). Les documents d'accompagnement fournissent des renseignements détaillés sur la question (CCME, 1997; Fletcher et coll., 1998).

Vie dulcicole

On disposait de données sur les effets toxiques de l'arsenic dans le biote d'eau douce pour 21 espèces de poissons, 14 espèces d'invertébrés et 14 espèces

Tableau 1. Recommandations pour la qualité des eaux établies pour l'arsenic* aux fins de la protection de la vie aquatique (CCME, 1997).

Vie aquatique	Recommandation (µg·L ⁻¹)
Dulcicole	5,0
Marine	12,5 [†]

* Arsenic total.

[†] Recommandation provisoire.

végétales. La truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) et *Anabas testudineus*, le poisson le plus sensible, ont affiché une sensibilité comparable à celle d'invertébrés comme les copépodes (*Cyclops vernalis*) et les daphnies (*Daphnia magna*). Certaines plantes aquatiques présentent toutefois une sensibilité supérieure d'un ordre de grandeur (CCME, 1997).

Chez les poissons, les toxicités estimatives les plus faibles variaient entre une CL₅₀-28 j de 550 µg·L⁻¹, pour la truite arc-en-ciel (*O. mykiss*) (Birge et coll., 1979), une CME0-7 j de 500 µg·L⁻¹ et une CME0-72 h (survie) de 970 µg·L⁻¹, pour *A. testudineus* (Jana et Sahana, 1989), et une CME0-7 j de 970 µg·L⁻¹ pour le poisson-chat (*Clarias batrachus*) (Jana et Sahana, 1989).

Chez les végétaux, les toxicités estimatives les plus faibles variaient entre une CE₅₀-14 j (croissance) de 50 µg·L⁻¹ pour *Scenedesmus obliquus* (Vocke et coll., 1980), des CE₅₀ (croissance) de 75 µg·L⁻¹ pour *Melosira granulata* et *Ochromonas vallesiaca* (Planas et Healey, 1978), et un ENTG-20 j (effet néfaste très grave) de 960 µg·L⁻¹ pour *S. quadricus* (Fargasova, 1993).

La recommandation pour la qualité des eaux visant la protection de la vie aquatique d'eau douce établie pour l'arsenic est de 5,0 µg·L⁻¹. On a calculé cette valeur en multipliant par un facteur de sécurité de 0,1 la CE₅₀-14 j (croissance) de 50 µg·L⁻¹ (Vocke et coll., 1980) obtenue pour l'organisme le plus sensible à l'arsenic, l'algue *S. obliquus* (CCME, 1991).

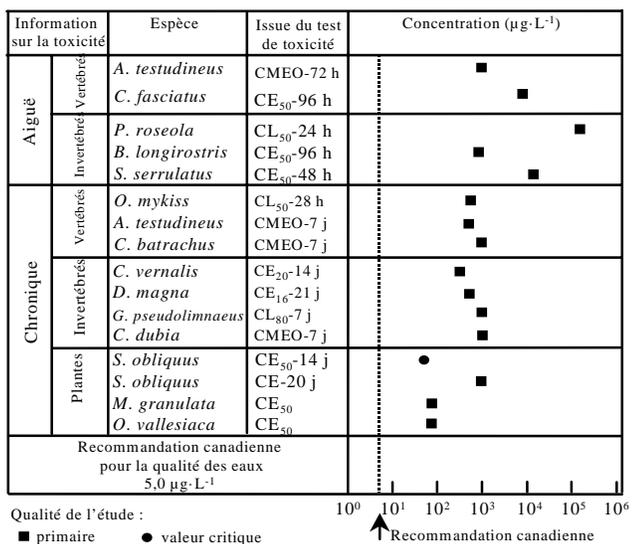


Figure 1. Données choisies sur la toxicité de l'arsenic pour les organismes d'eau douce.

Chez les invertébrés, les toxicités estimatives les plus faibles variaient entre une CE₂₀-14 j (concentration sublétales entraînant une diminution de croissance de 20 %) de 320 µg·L⁻¹, pour le copépode *C. vernalis* (Borgmann et coll., 1980), une CE₁₆-21 j (reproduction) de 520 µg·L⁻¹ pour *D. magna* (Biesinger et Christensen, 1972), une CE₅₀-96 h (immobilité) de 850 µg·L⁻¹ pour *Bosmina longirostris* (Passino et Novak, 1984), une CL₈₀-7 j de 960 µg·L⁻¹ pour *Gammarus pseudolimnaeus* (Spehar et coll., 1980), et une CME0-7 j (immobilisation) de 1000 µg·L⁻¹ pour *Ceriodaphnia dubia* (Spehar et Fiant, 1986).

Vie marine

On disposait de données sur la toxicité de l'arsenic dans le biote marin pour 8 espèces de poissons, 21 espèces d'invertébrés et 4 espèces végétales. Les poissons ont affiché une plus grande tolérance à l'arsenic que les invertébrés et les plantes aquatiques. Les poissons les plus sensibles étudiés, le saumon rose (*O. gorbuscha*) et le bar d'Amérique (*Morone saxatilis*), ont montré une sensibilité inférieure d'un ordre de grandeur à celle des invertébrés les plus sensibles étudiés, le crabe dormeur (*Cancer magister*), le zooplancton (*Eurythemora affinis*), l'huître creuse du Pacifique (*Crassostrea edulis*) et l'oursin (*Paracentrotus lividus*). Les plantes aquatiques, en particulier l'algue rouge *Champia parvula* et *Skeletonema costatum*, ont semblé être de quatre à huit fois plus sensibles que les invertébrés (CCME, 1997).

Chez les poissons marins, les toxicités estimatives les plus faibles variaient entre une CL₅₄-10 j de 3790 µg·L⁻¹ pour le saumon rose (*O. gorbuscha*) (Holland et coll., 1964), une CL₅₀-96 h de 10 300 µg·L⁻¹ pour le bar d'Amérique (*M. saxatilis*) (Dwyer et coll., 1992), et une CL₅₀-96 h de 14 900 µg·L⁻¹, pour l'épinoche à quatre épines (*Apeltes quadracus*) (USEPA, 1980).

Chez les invertébrés, les toxicités estimatives les plus faibles variaient entre une CL₅₀-96 h de 230 µg·L⁻¹ pour le crabe dormeur (*C. magister*) (Martin et coll., 1981), une CME0-15 j (survie) de 100 µg·L⁻¹ pour le zooplancton *E. affinis* (Sanders, 1986), une CE₅₀-48 h (développement) de 326 µg·L⁻¹ pour l'huître creuse du Pacifique (*Crassostrea edulis*) (Martin et coll., 1981), des effets sur le développement de l'oursin (*P. lividus*) à des

concentrations de $370 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ (exposition de 48 heures) (Pegano et coll., 1982), et une $\text{CL}_{50-96 \text{ h}}$ de $510 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ pour *Acartia clausii* (USEPA, 1980).

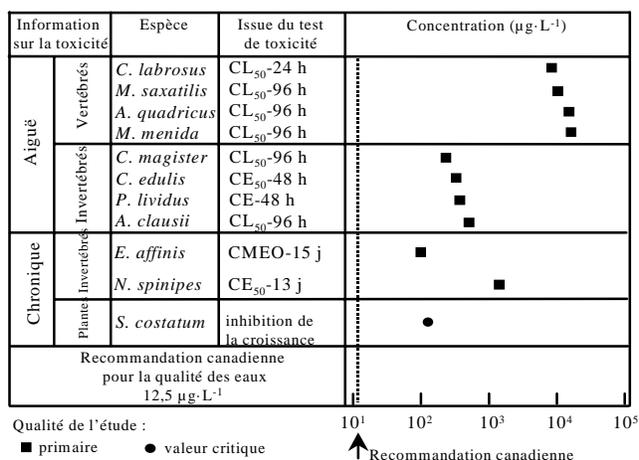


Figure 2. Données choisies sur la toxicité de l'arsenic pour les organismes marins.

Chez les végétaux, les toxicités estimatives variaient entre une baisse du succès de reproduction de l'algue rouge *C. parvula* après une exposition de 14 jours à une concentration de $60 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ (Thursby et Steel, 1984) et une inhibition de la croissance de *S. costatum* après exposition à une concentration de $125 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ (Sanders, 1979).

La recommandation provisoire pour la qualité des eaux visant la protection de la vie marine et estuarienne établie pour l'arsenic est de $12,5 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. On a calculé cette valeur en multipliant par un facteur de sécurité de 0,1 la CMEO de $125 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ (Sanders, 1979) obtenue pour l'organisme le plus sensible à l'arsenic, la diatomée *S. costatum* (CCME, 1991).

Références

Biesinger, K.E. et G.M. Christensen. 1972. Effects of various metals on survival, reproduction, and metabolism of *Daphnia magna*. J. can. Sci. Halieutiques Aquat. 29:125.

Birge, W.J., J.E. Hudson, J.A. Black et A.G. Westerman. 1979. Embryonal bioassays on inorganic coal elements and *in situ* biomonitoring of coal-waste effluents, dans *Surface mining and fish/wildlife needs in the eastern United States*, D.E. Samuel, J.R. Stauffer, C.H. Hocutt et W.T. Mason Jr., éd., pp. 97-104. FWS/OBS-78/81. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Office of Biological Services, U.S. Government Printing Office, Washington, DC.

Borgmann, U., R. Cove et C. Loveridge. 1980. Effects of metals on the biomass production kinetics of freshwater copepods. J. can. Sci. Halieutiques Aquat. 37:567-575.

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 des ressources et 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.]

—. 1997. Annexe XXIII — Recommandations pour la qualité des eaux au Canada : mise à jour (juin 1997), arsenic, bromacil, carbaryl, chloropyrifos, deltaméthrin et glycols, dans *Recommandations pour la qualité des eaux au Canada*, Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement. 1987. Préparée par le Groupe de travail sur les recommandations pour la qualité des eaux

Conseil national de recherches Canada. 1978. Effects of arsenic in the Canadian environment. CNRC No. 15391. CNRC, Ottawa.

Dwyer, F.J., S.A. Burch, C.G. Ingersoll et J.B. Hunn. 1992. Toxicity of trace element and salinity mixtures to striped bass (*Morone saxatilis*) and *Daphnia magna*. Environ. Toxicol. Chem. 11(4): 513-520.

Eisler, R. 1988. Arsenic hazards to fish, wildlife and invertebrates: A synoptic review. Biol. Rep. 85(1.12). U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, DC.

Fargasova, A. 1993. Effect of five toxic metals on the alga *Scenedesmus quadricus*. Biologia (Bratislava) 48(3):301-304.

Gouvernement du Canada. 1993. Arsenic and its compounds. Canadian Environmental Protection Act Priority Substances List Supporting document. Santé et Bien-être social Canada et Environnement Canada, Ottawa.

Hazardous Substances Data Bank. 1989. Davis Centre Library, University of Waterloo, Waterloo, ON.

Holland, G.A., J.E. Lasater, E.D. Neumann et W.E. Eldridge. 1964. Toxic effects of organic and inorganic pollutants on young salmon and trout. Res. Bull. No. 5. Department of Fisheries, State of Washington.

Jana, S. et S.S. Sahana. 1989. Sensitivity of the freshwater fishes *Clarias batrachus* and *Anabas testudineus* to heavy metals. Environ. Ecol. 7(2):265-270.

Jenkins, D.W. 1980. Biological monitoring of toxic trace metals. Vol.1. Biological monitoring and surveillance. U.S. Environmental Protection Agency, Las Vegas, NV.

Leger, D.A. 1991. Environmental concentration of arsenic in Atlantic Canada. IWD-AR-WQB-91-169. Environnement Canada, Conservation et Protection, Direction des eaux intérieures, Direction de la qualité des eaux, Moncton, NB.

MacLachy, J. 1992. Overview of smelters and refineries based on Priority Substances List data for Cd, As, Cr, Hg, Ni and Pb. Environnement Canada, Industrial Programs Branch, Ottawa.

Martin, M., K.E. Osborn, P. Billig et N. Glickstein. 1981. Toxicities of ten metals to *Crassostrea gigas* and *Mytilus edulis* embryos and *Cancer magister* larvae. Mar. Pollut. Bull. 12:305-308.

National Academy of Sciences. 1977. Arsenic. National Academy of Sciences, Washington, DC.

Nriagu, J.O. 1989. Effects of atmospheric trace metal deposition on aquatic ecosystems. Document de référence préparé pour un atelier sur « The Effects of Atmospheric Contaminants on Aquatic and Terrestrial Ecosystems ». Centre for Clean Air Policy, Washington, DC.

- Passino, D.R.M. et A.J. Novak. 1984. Toxicity of arsenate and DDT to the cladoceran *Bosmina longirostris*. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 33:325–329.
- Pegano, G., A. Esposito, P. Bove, M. De Angelis, A. Rota, E. Vamvakinos et G.G. Giordano. 1982. Arsenic-induced developmental defects and mitotic abnormalities in sea urchin development. Mutat. Res. 104(6):351–354.
- Phillips, D.J.H. 1980. Quantitative aquatic biological indicators. Applied Science Publishers Ltd., Londres
- . 1990. Arsenic in aquatic organisms: A review emphasizing chemical speciation. Aquat. Toxicol. 16:151–186.
- Planas, D. et F.P. Healey. 1978. Effects of arsenate on growth and phosphorus metabolism of phytoplankton. J. Phycol. 14:337–341.
- Reuther, R. 1986. The occurrence and speciation of arsenic in the aquatic environment. A literature review. 86-11-20. SERG, Kil, Sweden.
- . 1992. Arsenic introduced into a littoral freshwater model ecosystem. Sci. Total Environ. 115:219–237.
- Sanders, J.G. 1979. Effects of arsenic speciation and phosphate concentration on arsenic inhibition of *Skeletonema costatum* (Bacillariophyceae). J. Phycol. 15:424–428.
- . 1986. Direct and indirect effects of arsenic on the survival and fecundity of estuarine zooplankton. J. can. Sci. Halieuthiques Aquat. 43:694–699.
- Slooff, W., B.J.A. Haring, J.M. Hesse, J.A. Janus et R. Thomas. 1990. Integrated criteria document. Arsenic. Report No. 710401004. Rijksinstituut voor volksgezondheid en milieuhygiene (National Institute of Public Health and Environment Protection), Bilthoven, Les Pays Bas.
- Spehar, R.L. et J.T. Fiant. 1986. Acute and chronic effects of water quality on mixtures of three aquatic species. Environ. Toxicol. Chem. 5: 917–931.
- Spehar, R.L., J.T. Fiant, R.L. Anderson et D.L. Defoe. 1980. Comparative toxicity of arsenic compounds and their accumulation in invertebrates and fish. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 9:53–63.
- Thanabalasingam, P. et W.F. Pickering. 1986. Arsenic sorption by humic acid. Aquat. Toxicol. 12: 233–246.
- Thursby, G.B. et R.L. Steele. 1984. Toxicity of arsenite and arsenate to the marine macroalgae *Champia parvula* (Rhodophyta). Environ. Toxicol. Chem. 3:391–397.
- USEPA (U.S. Environmental Protection Agency) 1980. Ambient water quality criteria for arsenic. EPA-440/5-80-035. USEPA, Criteria and Standards Division, Washington, DC.
- Vocke, R.W., K.L. Sears, J.J. O'Toole et R.B. Wildman. 1980. Growth responses of selected freshwater algae to trace elements and scrubber ash slurry generated by coal-fired power plants. Water Res. 14:141–150.

Comment citer ce document :

Conseil canadien des ministres de l'environnement. 1999. Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique — arsenic, 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
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 : spscme@chc.gov.mb.ca