



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

SULFOLANE

Ce feuillet d'information présente les recommandations canadiennes pour la qualité des eaux concernant le sulfolane en vue de la protection de la vie aquatique d'eau douce (tableau 1). Les données disponibles étaient insuffisantes pour qu'il soit possible de déduire une recommandation relative à la vie aquatique marine. Un document scientifique plus élaboré, soutenant les recommandations présentées ici, est également disponible (Environnement Canada, 2005).

Information générale

Le sulfolane ($C_4H_8SO_2$; CAS 126-33-0) est un solvant servant au traitement des gaz dans différents procédés industriels. Il est connu sous divers synonymes et appellations commerciales, notamment 2,3,4,5-tétrahydrothiophène-1,1-dioxyde, 1,1-dioxyde de tétrahydrothiophène, tétraméthylènesulfone et bondelane A. Il présente une masse molaire de $120,17 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, une masse volumique de $1,276 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ à $15 \text{ }^\circ\text{C}$, une hydrosolubilité de $1\,266\,000 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ à $20 \text{ }^\circ\text{C}$, un $\log K_{oc}$ de 0,07, un K_d moyen dans les matériaux aquifères de $0,08 \text{ L}\cdot\text{kg}^{-1}$, une tension de vapeur à $20 \text{ }^\circ\text{C}$ de $1,33 \times 10^{-3} \text{ kPa}$ et une constante de la loi de Henry de $8,9 \times 10^{-10} \text{ atm}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{mol}^{-1}$.

La production mondiale totale de sulfolane est évaluée entre 18 000 et 36 000 tonnes par année. Dans le commerce, il est vendu sous forme de sulfolane anhydre et sous forme de sulfolane contenant 3 % d'eau déionisée.

L'utilisation du sulfolane est très répandue dans les procédés de traitement des gaz, dont l'adoucissement du gaz sulfureux, l'élimination du séléniure d'hydrogène dans la gazéification du charbon, des schistes ou des sables bitumineux; la séparation des oléfines et des alcanes; l'élimination de l'azote, de l'hélium et de l'argon dans le gaz naturel; l'élimination du CO_2 atmosphérique dans les sous-marins nucléaires; l'élimination de l'ammoniac et du H_2S des effluents; et l'élimination du H_2S , du chlorure d'hydrogène (HCl), de l'oxyde nitreux (N_2O) et du CO_2 de divers effluents. En plus de servir dans le traitement des gaz, le sulfolane est également utilisé comme solvant des polymères, plastifiant ajouté aux polymères, solvant de polymérisation et dans des applications électroniques ou électriques (Kirk-Othmer, 1999).

Les rapports portant sur la présence de sulfolane d'origine anthropique se limitent aux données recueillies à proximité des usines de traitement de gaz sulfureux dans l'Ouest canadien (ACPP, 1997; Wrubleski et Drury, 1997). Les recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement Conseil canadien des ministres de l'environnement, 2005

concentrations maximales de sulfolane mesurées dans les eaux souterraines étaient de $800 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ dans un till peu profond et de $88 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ dans le substratum rocheux. La seule étude faisant mention de la présence de sulfolane naturel dans l'environnement portait sur un échantillon composite d'une éponge (*Batzella*) et d'un tunicier (*Lissoclinum*) contenant environ $50 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (poids sec) de sulfolane (Barrow et Capon, 1992).

Devenir et comportement dans l'environnement

Des études en laboratoire ont démontré que les principaux processus physico-chimiques qui déterminent le transport et la répartition du sulfolane dans le sol et l'eau sont l'adsorption et la lixiviation. Le sulfolane est peu adsorbé au sol et il présente une hydrosolubilité élevée et une volatilité faible. La mobilité du sulfolane dans la sous-surface est élevée.

La sorption du sulfolane aux particules du sol est faible, l'intégration du sulfolane s'effectuant préférablement dans les eaux de porosité (Luther et coll., 1998). L'hydrosolubilité élevée du sulfolane, conjuguée aux faibles K_{oc} et K_d , rend possible la présence de concentrations élevées de sulfolane dans les eaux de porosité du sol. La volatilisation du sulfolane est minime, car il présente une constante de la loi de Henry peu élevée.

La biodégradation du sulfolane a été examinée dans un système de boues d'épuration activées, dans le traitement des eaux usées, en microcosme de laboratoire au moyen de sédiments provenant d'aquifères contaminés ainsi que dans le cadre d'une étude sur l'atténuation naturelle en milieux humides naturels. La plupart des études ont permis de constater que le sulfolane est biodégradé en conditions aérobies dans des microcosmes enrichis d'éléments nutritifs provenant de divers échantillons prélevés dans l'environnement et contaminés par le sulfolane (Fedorak et Coy, 1996). Les résultats d'études menées en microcosme et sur le terrain indiquent que, dans des conditions propres aux eaux souterraines (conditions aérobies ou anaérobies, mais concentrations très faibles d'éléments nutritifs, en particulier de phosphate), la dégradation du sulfolane peut être très lente, voire nulle. Cependant, dans des conditions propres aux eaux de surface (conditions aérobies, concentrations suffisantes d'éléments nutritifs), les données montrent que la dégradation du sulfolane peut être relativement rapide, une élimination complète étant observée au bout de 5 à 11 semaines (Environnement Canada, 2005).

Tableau 1. Recommandations pour la qualité des eaux établies pour le sulfolane aux fins de la protection de la vie aquatique (Environnement Canada, 2005).

Vie aquatique	Recommandation (mg·L ⁻¹)
Dulcicole	50 ^a
Marine	Néant ^b

^aRecommandation provisoire.

^bAucune recommandation n'a été établie.

L'absorption du sulfolane par la végétation des milieux humides a été étudiée dans le cadre d'un programme de recherche visant à évaluer les processus d'atténuation naturelle dans les milieux humides contaminés (ACPP, 1998, 1999, 2000). L'étude portait sur les racines, les tiges, les feuilles, les capitules de fleurs, les capitules de graines et les baies de prêle des champs, de cornouiller, de carex, de calamagrostis du Canada, de berce laineuse et de brome inerme qui poussent dans des milieux humides contaminés par le sulfolane (ACPP, 1999, 2000; Headley et coll., 1999a,b). Les résultats de l'analyse font état d'une grande variation des concentrations de sulfolane entre les différentes parties d'une même espèce végétale (p. ex., entre les racines et les feuilles), entre différentes espèces végétales (p. ex., entre les feuilles de prêle des champs et celles de carex) voire entre différents échantillons de la même partie d'une espèce donnée. La concentration maximale de sulfolane mesurée dans l'eau du milieu humide à l'étude était de 185 mg·L⁻¹, tandis que des concentrations de sulfolane allant jusqu'à 256 mg·kg⁻¹ ont été mesurées dans les plantes.

Élaboration des recommandations pour la qualité des eaux

La recommandation canadienne provisoire pour la qualité des eaux établie pour le sulfolane aux fins de la protection de la vie aquatique d'eau douce a été élaborée selon le protocole du CCME (CCME 1991).

Vie dulcicole

La qualité des données disponibles sur la toxicité du sulfolane dans le biote d'eau douce a été évaluée selon le protocole du CCME (1991). La figure 1 présente un résumé des données primaires et secondaires, les seules prises en compte dans les discussions qui suivent. Les données disponibles étaient suffisantes pour satisfaire aux exigences de l'élaboration d'une recommandation provisoire. Les valeurs estimées de toxicité aiguë du sulfolane pour les poissons et les invertébrés d'eau douce varient de >1000 à 1264 mg·L⁻¹ et de 40 à 3274 mg·L⁻¹, respectivement.

Aucune étude de toxicité chronique sur les poissons d'eau douce n'était disponible. Pour la toxicité chronique des invertébrés, les résultats incluent une CMEO-7 j de 500 mg·L⁻¹ pour la reproduction de *Ceriodaphnia dubia* et une CMEO-7 j de 1000 mg·L⁻¹ pour la survie de *Ceriodaphnia dubia* (ERAC, 1998). Chez les végétaux, les études de toxicité chronique font état d'une CE₅₀-72 h de 723 mg·L⁻¹ pour la croissance de *Selenastrum capricornutum* (ERAC, 1998).

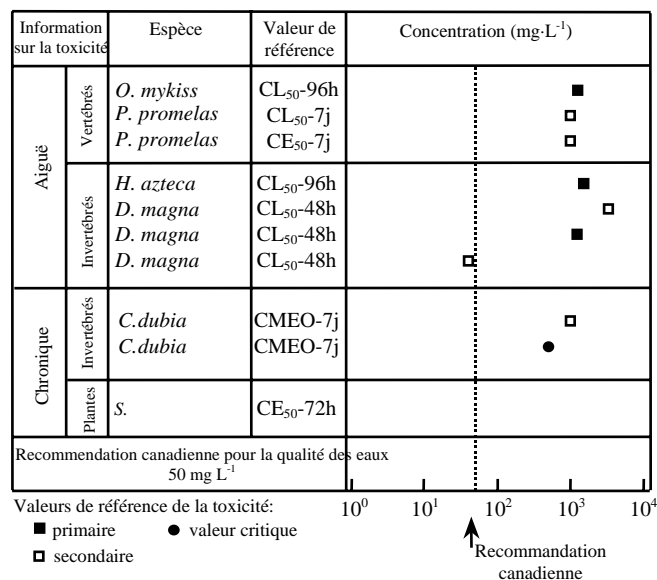


Figure 1. Données choisies sur la toxicité du sulfolane pour les organismes d'eau douce

Comme les valeurs de toxicité aiguë enregistrées pour *D. magna* s'étendaient sur deux ordres de grandeur (40 à 3274 mg·L⁻¹; Girling, 1987; ERAC, 1998), une autre étude a été commandée pour obtenir une confirmation (Environnement Canada, 2003). Cette étude fait état d'une CL₅₀ de 1245 mg·L⁻¹ pour *D. magna*, calculée à partir des concentrations moyennes de sulfolane mesurées au début et à la fin de l'essai. Cette valeur a été considérée comme définitive en raison : 1) des résultats de l'essai sur la substance toxique de référence, qui se situent à l'intérieur des limites du contrôle de qualité; 2) de l'analyse chimique du sulfolane, qui a été réalisée au début et à la fin de l'essai; 3) des conditions de cette étude, qui ont été contrôlées et rapportées avec soin (Komex, 2003).

La recommandation provisoire pour la qualité des eaux établie pour le sulfolane aux fins de la protection de la vie dulcicole est de 50 mg·L⁻¹. Cette valeur a été déduite en multipliant par un facteur de sécurité de 0,1 (CCME, 1991) la CMEO-7 j de 500 mg·L⁻¹ mesurée pour la reproduction de *Ceriodaphnia dubia*.

Références

- ACPP (Association canadienne des producteurs pétroliers). 1997. *Evaluation of the fate of sulfolane and DIPA in the subsurface at sour gas processing plant sites*. Rapport préparé par le Department of Biological Sciences et le Department of Renewable Resources, University of Alberta, ACPP publ. n° 1997-0004.
- . 1998. *1997 investigation of hydrocarbon attenuation in natural wetlands, Vol. I et II*. Rapport non publié préparé par Komex International Ltd., Dossier n° K197-4545.
- . 1999. *1998 investigation of hydrocarbon attenuation in natural wetlands, Vol. I et II*. Rapport non publié préparé par Komex International Ltd., Dossier n° K198-4545H.
- . 2000. *1999 investigation of hydrocarbon attenuation in natural wetlands, Vol. I et II*. Rapport non publié préparé par Komex International Ltd., Dossier n° C45450105.
- Barrow, R.A. et R.J. Capon. 1992. Sulfolane as a natural product from the sponge/tunicate composite, *Batzella sp./Lissoclinum sp.* *J. Nat. Prod.* 55:1330-1331.
- 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. Préparé 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.]
- Environnement Canada. 2003. *Sulfolane Daphnia Toxicity Test Results*. Rapport du Centre des sciences environnementales du Pacifique, Environnement Canada, préparé pour Komex International, daté du 17 mars 2003.
- . 2005. Canadian Environmental Quality Guidelines for Sulfolane (Water and Soil). Scientific Supporting Document. Ecosystem Health: Science-based Solution Report No. 1-12. Bureau national des recommandations et des normes, Environnement Canada. Ottawa. (À paraître)
- ERAC (Environmental Research Advisory Council). 1998. *Toxicity Assessment of Sulfolane and Diisopropanolamine*. Rapport préparé par HydroQual Laboratories et Golder Associates. ERAC publ. n° 1998-0005.
- Fedorak, P.M. et D.L. Coy. 1996. Biodegradation of sulfolane in soil and groundwater samples from a sour gas plant. *Environ. Technol.* 17:1093-1102.
- Girling, A.E. 1987. *Validation of a method for determining the acute toxicity of test substances to the marine copepod Acartia tonsa and its application to the testing of oil-based products*. Group Research Report. SBGR 87082. Shell Research Limited. London. Sittingborne Research Centre.
- Headley, J.V., K.M. Peru et L.C. Dickson. 1999a. Gas chromatographic-mass spectrometric determination of sulfolane in wetland vegetation exposed to sour gas-contaminated groundwater. *J. Chromatogr.* 859: 69-75.
- . 1999b. Ion-exchange electrospray ionization liquid chromatography mass spectrometry and tandem mass spectrometry of alkanolamines in wetland vegetation exposed to sour-gas contaminated groundwater. *Rapid Commun. Mass Spectrom.* 13: 730-736.
- Kirk-Othmer. 1999. *Encyclopedia of chemical technology*. 4^e éd., 1999. John Wiley and Sons.
- Luther, S.M., M.J. Dudas et P.M. Fedorak. 1998. Sorption of sulfolane and diisopropanolamine by soils, clays and aquifer materials. *J. Contam. Hydrol.* 32:159-176.
- Wrubleski, R.M. et C.R. Drury. 1997. Chemical contamination of groundwater at gas processing plants the problem. Comptes rendus du 23^e atelier sur la toxicité aquatique, du 7 au 9 octobre 1996, Calgary (Alberta), Canada. *Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques*. 0:3-4.

Comment citer ce document :

Conseil canadien des ministres de l'environnement. 2005. *Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique - sulfolane*, dans *Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement*, 1999, Conseil canadien des ministres de l'environnement, Winnipeg.

Pour les questions de nature scientifique, veuillez contacter :

Environnement Canada
Bureau national 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/ceqg-rcqe>

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

Documents du CCME
Sans frais : 1 (800) 805-3025
www.ccme.ca