



Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection des utilisations de l'eau à des fins agricoles

DIISOPROPANOLAMINE

Ce feuillet d'information présente les recommandations canadiennes pour la qualité des eaux concernant la diisopropanolamine (DIPA) en vue de la protection des utilisations agricoles de l'eau (tableau 1). Un document scientifique plus élaboré, soutenant les recommandations présentées ici, est également disponible (Environnement Canada, 2005).

Information générale

La DIPA ($C_6H_{15}NO_2$; CAS 110-97-4) est utilisée dans de nombreuses applications commerciales, industrielles et domestiques. Elle est connue sous divers synonymes, notamment les termes bis(2-hydroxypropyl)amine, 1,1'-iminobis(2-propanol) et 1,1'-iminodipropan-2-ol. Elle présente une masse molaire de $133,19 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, une masse volumique de $0,989 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ à $25 \text{ }^\circ\text{C}$, une hydrosolubilité de $870\,000 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ à $25 \text{ }^\circ\text{C}$, un K_d moyen dans l'aquifère de $2,2 \text{ L}\cdot\text{kg}^{-1}$, une tension de vapeur à $42 \text{ }^\circ\text{C}$ de $2,7 \times 10^{-3} \text{ kPa}$ et une constante de la loi de Henry de $1,72 \times 10^{-7} \text{ atm}\cdot\text{m}^3\cdot\text{mol}^{-1}$.

En Amérique du Nord, la Dow Chemical Company (Dow) est le principal producteur de DIPA. En 1995, Dow évaluait la production aux États-Unis à environ 7000 tonnes par an. La DIPA est vendue sous forme de composé de qualité commerciale (pure à 98 %, renfermant une concentration maximale d'eau de 0,5 %) et sous forme de DIPA à faible point de congélation contenant 10 ou 15 % d'eau.

Les applications de la DIPA comprennent les produits cosmétiques et les produits de soins personnels, le traitement des gaz, les détergents, les liquides pour le travail des métaux, les revêtements, les inhibiteurs de corrosion et le ciment. Les applications de la DIPA dans les produits cosmétiques et les produits de soins personnels incluent la fabrication de lotions, de shampoings, de savons et de cosmétiques. La DIPA, mélangée avec le sulfolane, est aussi utilisée dans le procédé Sulfinol^{MD} pour éliminer le sulfure d'hydrogène et le dioxyde de carbone dans les flux de gaz naturel.

Les rapports portant sur la présence de DIPA d'origine anthropique dans l'environnement se limitent aux données recueillies dans des usines de traitement de gaz sulfureux dans l'Ouest du Canada (ACPP, 1997; Wrubleski et Drury, 1997). La concentration maximale de DIPA mesurée dans les eaux souterraines était de $590 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ dans la nappe aquifère d'un till peu profond (Greene et coll., 1999).

Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement
Conseil canadien des ministres de l'environnement, 2005

Aucune étude révélant la présence de DIPA de source naturelle dans l'environnement n'a été repérée.

Devenir et comportement dans l'environnement

Des études en laboratoire ont démontré que le principal processus physico-chimique qui détermine le transport et la répartition de la DIPA dans le sol et l'eau est l'échange cationique. La DIPA agit comme une base faible dans les eaux de porosité du sol ainsi que d'autres systèmes aqueux. La valeur de pKa de 8,9 indique que la DIPA fixe davantage de protons à des pH inférieurs à 8,9 (Kim et coll., 1987). La dissolution de la DIPA dans l'eau peut augmenter le pH. La forme protonée de la DIPA est fortement sorbée à la surface des minéraux argileux dans le sol. La DIPA est très soluble en milieu aqueux et possède un degré de volatilité peu élevé. La mobilité de la DIPA dans la sous-surface est déterminée par son adsorption au sol.

L'adsorption par l'aquifère est relativement indépendante de la teneur en carbone organique, mais varie fortement en fonction du pouvoir d'échange cationique (Luther et coll., 1998). Le coefficient de distribution à l'équilibre (K_d) de la DIPA dans la montmorillonite pure (de 16 à $42 \text{ L}\cdot\text{kg}^{-1}$) était supérieur à celui dans le sol riche en humus ($2,0 \text{ L}\cdot\text{kg}^{-1}$). Le K_d moyen dans les sols et l'aquifère se chiffrait à $2,2 \text{ L}\cdot\text{kg}^{-1}$. Luther et coll. (1998) ont fait état de coefficients de retard de la DIPA de 3,2, 5,3 et 12 pour le grès altéré, le schiste/grès altérés et le till argileux, respectivement. Ces valeurs indiquent que la migration de la DIPA, notamment en présence de sédiments argileux, est retardée significativement par rapport à la vitesse d'écoulement des eaux souterraines.

Tableau 1. Recommandations pour la qualité des eaux établies pour la DIPA aux fins de la protection des utilisations agricoles de l'eau (Environnement Canada, 2005).

Utilisation	Recommandation ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)
Eau d'irrigation	2 ^a
Eau d'abreuvement du bétail	Néant ^b

^aRecommandation provisoire.

^bAucune recommandation n'a été établie.

La biodégradation de la DIPA a été examinée au cours d'études réalisées sur des boues d'épuration adaptées, sur des eaux usées de raffineries, en microcosme de laboratoire au moyen de sols provenant d'aquifères contaminés et non 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 la DIPA est biodégradée en conditions aérobies dans des microcosmes formés de différents échantillons prélevés dans l'environnement et contaminés par la DIPA, dans la mesure où les éléments nutritifs (N et P) ne sont pas un facteur limitant. Les demi-vies de dégradation en conditions aérobies et en présence d'une quantité suffisante d'éléments nutritifs varient de <1 jour à 5 semaines. Il a été confirmé que la biodégradation anaérobie de la DIPA a lieu à 28 °C dans des conditions réductrices du niveau NO_3^- , Mn^{4+} et Fe^{3+} . À 8 °C, des indications selon lesquelles la dégradation anaérobie se produit dans des conditions réductrices du niveau NO_3^- , Mn^{4+} et Fe^{3+} ont été observées dans un nombre limité de microcosmes.

L'absorption de la DIPA 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 préle 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 la DIPA (ACPP, 1999, 2000; Headley et coll., 1999a,b). Les résultats de l'analyse font état d'une grande variation des concentrations de DIPA 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 préle des champs et celles de carex) voire entre différents échantillons de la même partie d'une espèce donnée. Si la concentration maximale de DIPA mesurée dans l'eau des milieux humides ne dépassait pas $13 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, des concentrations de DIPA allant jusqu'à $208 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 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 la DIPA aux fins de la protection de l'eau d'irrigation a été élaborée selon le protocole du CCME (CCME, 1999).

Eau d'irrigation

La recommandation canadienne pour la qualité des eaux établie pour la DIPA aux fins de la protection de l'eau d'irrigation a été élaborée selon les *Protocoles d'élaboration des recommandations pour la qualité des eaux en vue de protéger les utilisations de l'eau à des fins agricoles (irrigation et abreuvement du bétail)* (CCME, 1999). Des recommandations visant l'eau d'irrigation ont été calculées pour 1) les céréales, le foin cultivé et les cultures de pâture; 2) les autres cultures.

Des données sur deux espèces de foin cultivé et de cultures de pâture, soit la luzerne (*Medicago sativa*) et la phléole des prés (*Phleum pratense*), et sur deux autres cultures, soit la laitue (*Lactuca sativa*) et la carotte (*Daucus carota*), étaient disponibles pour quatre types de sols – limon, sol artificiel, till et sol sablonneux (ACPP, 2001). Les indicateurs utilisés comprenaient l'émergence, l'allongement des racines, l'élongation des pousses et la biomasse. Ces données ont été classées parmi les données toxicologiques primaires. Les ensembles de données étaient suffisants pour élaborer des recommandations provisoires. La CMEO corrigée en fonction des concentrations analytiques variait entre $155 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ pour une réduction de l'élongation des racines de la laitue et de la carotte dans le sable et $43\,300 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ pour l'émergence de la luzerne dans le limon.

La concentration maximale acceptable de toxiques pour une espèce (CMATE) a été calculée pour la combinaison espèce/indicateur/sol la plus sensible relativement 1) aux céréales, au foin cultivé et aux cultures de pâture; 2) aux autres cultures. La combinaison espèce/indicateur/sol qui a permis d'obtenir la plus faible CMATE était l'élongation des racines pour la laitue et la carotte cultivées dans le sable. La concentration acceptable dans le sol (CAS), qui est une évaluation de la concentration dans le sol n'entraînant pas d'effets néfastes sur les cultures pendant une saison de croissance, a été calculée pour cette espèce en divisant la moyenne géométrique de la CSEO ($77 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) et de la CMEO ($155 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) par un facteur d'incertitude de 10. La CAS pour la laitue et la carotte était de $30 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. La CMATE a ensuite été obtenue en multipliant la CAS pour la laitue et la carotte ($11 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) par la masse volumique apparente du sol ($1300 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$) et le volume apparent du sol sur une superficie de 1 ha à une profondeur de 0,15 m ($100 \text{ m} \times 100 \text{ m} \times 0,15 \text{ m}$) et en divisant ensuite par le taux d'irrigation ($1,2 \times 10^7 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$), ce qui a donné une CMATE de $2 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$. La valeur obtenue pour la laitue et la carotte étant la plus faible des CMATE déduites pour l'ensemble des espèces étudiées, elle a été adoptée comme recommandation provisoire pour la qualité des eaux visant la protection de l'eau d'irrigation.

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.
- . 2001. Soil and water quality guidelines for sulfolane and diisopropanolamine (DIPA): environmental and human health. Rapport préparé par Komex International Ltd. pour l'Association canadienne des producteurs pétroliers.
- Bridié, A.L., C.J.M. Wolff et M. Winter. 1979. BOD and COD of some petrochemicals. *Water Res.* 13:627-630.
- CCME (Conseil canadien des ministres de l'environnement). 1999. Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement. Conseil canadien des ministres de l'environnement, Winnipeg.
- Chong, N.M. 1994. Biological treatability of amine laden refinery wastewater. *Water Sci. Technol.* 30:21-28.
- Environnement Canada. 2005. Canadian Environmental Quality Guidelines for Diisopropanolamine (Water and Soil). Scientific Supporting Document. Ecosystem Health: Science-based Solution Report No. 1-11. Bureau national des recommandations et des normes, Environnement Canada. Ottawa. (À paraître)
- Gieg, L.M., E.A. Greene, D.L. Coy et P.M. Fedorak. 1998. Diisopropanolamine biodegradation potential at sour gas plant sites. *Groundwater Monitor. Remed.* 18:158-173.
- Greene, E.A., D.L. Coy et P.M. Fedorak. 1999. Laboratory evaluations of factors affecting biodegradation of sulfolane and diisopropanolamine. *Bioremed. J.* 3:299-313.
- 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.
- Kim, J.H., C. Dobrogowska et L.G. Hepler. 1987. Thermodynamics of ionization of aqueous alkanolamines. *Can. J. Chem.* 65:1726-1728.
- 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.
- Rothkopf, G.S. et R. Bartha. 1984. Structure-biodegradability correlations among xenobiotic industrial amines. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 61:977-980.
- Witzaney, A.M. et P.M. Fedorak. 1996. A review of the characteristics, analyses and biodegradability of sulfolane and alkanolamines used in sour gas processing. Rapport préparé pour Shell Canada Limitée, qui en assure la distribution.
- 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 des utilisations de l'eau à des fins agricoles — diisopropanolamine, 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 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

© Conseil canadien des ministres de l'environnement 2005
Extrait de la publication n° 1300; ISBN 1-896997-36-8

Also available in English.