



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

DIMÉTHOATE

Le diméthoate ($C_5H_{12}NO_3PS_2$) est un pesticide organophosphoré à large spectre dont les applications agricoles sont très diverses au Canada. Il porte les nom et numéro CAS suivants : O,O-diméthyl S-[2-(méthylamino)-2-oxoéthyl] phosphorodithioate et 60-51-5. Le diméthoate porte en outre les noms UICPA O,O-diméthyl S-méthylcarbamoylméthyl phosphorodithioate et 2-diméthoxyphosphinothioylthio-N-méthyl-acétamide. Au Canada, le diméthoate est homologué sous les noms commerciaux Cygon (Cyanamid), Lagon (U.A.P.), Hopper Stopper (Peacock Industries) et Sys-Tem (Chipman) (CCME, 1993).

Le diméthoate est un insecticide et un acaricide à action externe ainsi que systémique. Ses utilisations agricoles au Canada comprennent la lutte contre les organismes nuisibles dans les cultures d'orge, de canola, d'avoine, de plantes à pâturage, de seigle, de blé, de luzerne, de haricots, de trèfle, de maïs, de lin, de champignons, de pois, de pommes de terre, de betteraves à sucre et de tournesol (Ali et coll., 1989). Le diméthoate est également utilisé pour protéger les plantes ornementales cultivées au champ ou en serre contre les organismes nuisibles (Agriculture Canada, 1991). Les organismes visés par les applications agricoles comprennent les aphidés, les sauterelles, la cicadelle, l'hétéroptère miride, les acariens, les punaises, la punaise de Say, le charançon du méliot, la punaise grise et le thrips (Ali et coll., 1989). Le diméthoate constitue également un insecticide à effet rémanent efficace qu'on pulvérise sur les murs des bâtiments agricoles pour éliminer les mouches. En foresterie, le diméthoate est utilisé comme pulvérisation foliaire pour détruire la tordeuse des bourgeons de l'épinette, la tordeuse des pousses de pin et les insectes des graines et des cônes (Adams, 1988).

Au Canada, les pesticides à teneur en diméthoate sont surtout vendus sous forme de concentrés émulsionnables et d'appâts de son. Les pesticides à base de diméthoate peuvent être épandus au moyen d'un aéronef ou d'un équipement de pulvérisation au sol. Les appâts de son sont souvent utilisés pour supprimer les sauterelles, et leurs doses prescrites varient entre 2,0 et 3,0 kg m.a.·ha⁻¹ (Ali et coll., 1989).

Constable et Bharadia (1990) ont résumé l'information compilée sur les ventes de diméthoate au Canada de 1983

à 1987 et ont constaté que la majeure partie du diméthoate vendu au Canada a été utilisé en Ontario et dans les provinces des Prairies. Pendant cette période, des ventes de diméthoate ont également été enregistrées au Québec, dans les provinces de l'Atlantique et en Colombie-Britannique.

L'utilisation du diméthoate a varié sensiblement d'une année à l'autre en raison des importantes fluctuations démographiques observées chez les organismes visés. Dans les provinces des Prairies, les plus importantes ventes de diméthoate (1986) ont coïncidé avec des infestations de sauterelles en Alberta et en Saskatchewan ainsi qu'avec des pullulations de cécidomyie du blé en Saskatchewan. En 1988, le diméthoate a été employé contre le puceron russe du blé dans les cultures de blé d'hiver, de seigle d'automne, de triticales et d'orge. Cette application pourrait avoir été à l'origine d'une augmentation des ventes et de l'utilisation du diméthoate dans les provinces des Prairies à la fin des années 1980 (Constable et Bharadia, 1990).

Le faible log K_{oc} du diméthoate (0,96 à 1,44 mg·L⁻¹) et sa forte hydrosolubilité (25 g·L⁻¹) indiquent que cette substance présente une faible affinité avec la plupart des types de sols et donc un potentiel de migration relativement élevé dans les sols agricoles. Une irrigation ou des pluies consécutives à l'application de diméthoate pourraient entraîner l'apparition de concentrations décelables dans le ruissellement des terres agricoles et la contamination des eaux souterraines par lessivage.

Les seules contaminations au diméthoate signalées dans les eaux douces du Canada ont eu lieu au Québec, où les concentrations varient entre le seuil de détection (0,015 µg·L⁻¹) et 2,9 µg·L⁻¹ (Giroux et coll., 1997).

Tableau 1. Recommandations pour la qualité des eaux établies pour le diméthoate aux fins de la protection de la vie aquatique (CCME, 1993).

Vie aquatique	Recommandation (µg·L ⁻¹)
Dulcicole	6,2*
Marine	Néant [†]

* Recommandation provisoire.

[†] Aucune recommandation n'a été établie.

Bien que les recherches indiquent que le diméthoate tend à se dégrader rapidement dans l'eau, ce produit pourrait être relativement persistant dans les eaux douces du Canada dans certaines conditions. En général, les vitesses de dégradation dépendent de la température, du pH et de la présence d'un microbiote et d'ions de métaux lourds. Le diméthoate étant considéré thermiquement instable, les vitesses de transformation sont liées à la température (El Beit et coll., 1978a, 1978b). Comme l'hydrolyse constitue un important mécanisme de transformation dans l'eau, il est probable que la vitesse de dégradation du diméthoate dans l'environnement varie en fonction de la température ambiante.

Dans les eaux naturelles, l'hydrolyse constitue le principal mécanisme déterminant du devenir du diméthoate, la vitesse de dégradation étant supérieure à des températures élevées et à des pH alcalins. La photodégradation, la volatilisation, l'adsorption à la surface des sédiments et la bioconcentration ne devraient pas représenter des voies importantes. Le diméthoate pourrait afficher une demi-vie type de non moins de 8 semaines et peut-être plus dans des conditions qui ne favorisent pas sa dégradation.

On n'a trouvé aucune étude sur le potentiel de bioaccumulation chez les poissons, les amphibiens, les invertébrés ou les plantes aquatiques dulçaquicoles attribuable à des expositions chroniques en milieu aquatique. Le log K_{oc} relativement faible (0,70 à 0,78) (OMS, 1989; Worthing et Hance, 1991) du diméthoate semble exclure la possibilité d'une bioaccumulation de cette substance dans les organismes aquatiques.

Élaboration des recommandations pour la qualité des eaux

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

Vie dulcicole

Des données sur les effets aigus ou chroniques du diméthoate étaient disponibles pour 13 espèces de poissons dulçaquicoles appartenant à sept familles. Chez les trois espèces de poissons observées au Canada, les valeurs de toxicité aiguë variaient entre 6,0 mg·L⁻¹ pour le crapet arlequin (*Lepomis macrochirus*) (CL₅₀-96 h) et 22,4 mg·L⁻¹ pour la carpe (*Cyprinus carpio*) (CL₅₀-7 j).

Trois autres espèces de poissons non indigènes du Canada présentaient des sensibilités comparables au diméthoate.

Une vaste gamme d'effets sublétaux ont été notés chez des poissons d'eau douce ayant subi des expositions chroniques au diméthoate. Des études sur la toxicité chronique du diméthoate ont été trouvées pour six espèces de poissons dulçaquicoles représentant cinq familles. Parmi ces espèces, une seule (la carpe) est indigène du Canada. Basak et Konar (1978) ont observé un certain nombre d'effets histologiques chez les carpes exposées pendant 62 jours à une concentration de diméthoate de 5,6 mg·L⁻¹.

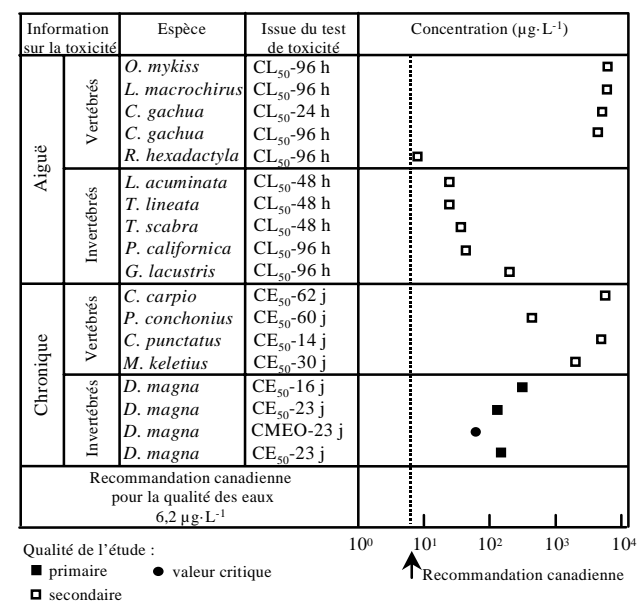


Figure 1. Données choisies sur la toxicité du diméthoate pour les organismes d'eau douce.

Le diméthoate est un puissant inhibiteur de l'acétylcholinestérase (AChE), et la plupart de ses effets toxiques procèdent de l'inhibition de cette enzyme (Coppage, 1972). Les effets du diméthoate sur la croissance, le taux d'alimentation et le niveau d'activité sont tous liés à l'inhibition de l'AChE (Hameed et Vadamalai, 1986). De plus, un certain nombre de changements morphologiques et histologiques ont été associés aux expositions au diméthoate (Basak et Konar, 1978; Dalela et coll., 1979; Gill et coll., 1988). Certains résultats indiquent qu'une exposition chronique au diméthoate pourrait entraîner des effets tératogènes, comme l'induction de jumeaux siamois (Manna et Sadhukhan, 1986).

Des études sur la toxicité aiguë du diméthoate ont été trouvées pour plusieurs espèces d'amphibiens d'eau douce. Des tests statiques avec renouvellement ont permis d'obtenir pour la femelle et le mâle de la grenouille *Rana cyanophlyctis* des CL_{50-96} h de 36,0 et de 39,0 $mg \cdot L^{-1}$ respectivement (Mudgall et Patil, 1987). Khangarot et coll. (1985) ont observé que les têtards nouvellement éclos d'une espèce apparentée de l'Inde (*R. hexadactula*) étaient très sensibles au diméthoate, leur CL_{50-96} h s'établissant à 0,0078 $mg \cdot L^{-1}$.

Des tests de toxicité chronique (de 100 jours) réalisés sur le dactylèthre (*Xenopus laevis*), un amphibien d'Afrique du Sud, à partir du stade vital du têtard ont révélé que celui-ci est relativement sensible au diméthoate. La concentration sans létalité observée (CSLO) se chiffrait à 1 $mg \cdot L^{-1}$ et la CSEO (croissance et développement), à 32 $mg \cdot L^{-1}$ (Sloof et Canton, 1983).

Des études sur la toxicité chronique du diméthoate étaient disponibles pour 13 espèces d'invertébrés d'eau douce. Parmi les organismes testés, les deux plus sensibles étaient des escargots, mais ces espèces des régions subtropicales ne sont pas indigènes du Canada et n'y ont pas été introduites. Les valeurs de toxicité chronique variaient entre 0,024 $mg \cdot L^{-1}$ pour les gastéropodes subtropicaux *Limnaea acuminata* et *Thiara lineata* (CL_{50-48} h) et 2,63 $mg \cdot L^{-1}$ pour la crevette d'eau douce *Macrobrachium lamerrii* (CL_{50-72} h).

Des études sur les effets chroniques du diméthoate ont été trouvées pour quatre invertébrés. Beusen et Neven (1989) ont enregistré des CE_{50-23} j de 0,13 et de 0,15 $mg \cdot L^{-1}$ pour l'immobilisation de *Daphnia magna* par un concentré émulsionnable (CE) à 10 % et une forme de diméthoate pure à 99 %, respectivement. La CMEO fondée sur la reproduction s'établissait à 0,062 $mg \cdot L^{-1}$ pour le CE (Beusen et Neven, 1989). Une CE_{50-16} j (reproduction) de 0,31 $mg \cdot L^{-1}$ a également été enregistrée chez la daphnie par Hermens et coll. (1984). Sloof et Canton (1983) ont mesuré une $CSLO-21$ j de 0,032 $mg \cdot L^{-1}$ pour *D. magna*, mais n'ont pas précisé de CMEO.

Au moyen d'essais biologiques statiques de 4 jours, Sloof et Canton (1983) ont chiffré à 100 $mg \cdot L^{-1}$ la CSEO (indicateur = changements dans la croissance et la biomasse) du diméthoate chez l'algue *Scenedesmus pannonicus*. Ils ont également établi à 32 $mg \cdot L^{-1}$ la $CSEO-7$ j pour la lentille mineure (*Lemna minor*) en utilisant comme indicateur le taux de croissance spécifique.

La base de données sur la toxicité du diméthoate pour le biote d'eau douce était insuffisante pour permettre l'élaboration d'une recommandation canadienne pour la qualité des eaux qui soit définitive. On devra pour ce faire disposer d'une étude primaire additionnelle de toxicité chronique chez un poisson d'eau froide et de phytotoxicité chez une espèce d'algue. Des données appropriées sont disponibles, cependant, pour permettre la déduction d'une recommandation provisoire pour la qualité des eaux (CCME, 1991). Malheureusement, aucune donnée n'a été recueillie sur la toxicité du diméthoxon pour les organismes dulçaquicoles. La recommandation ne s'applique donc qu'au composé d'origine, le diméthoate. Les études menées sur le diméthoate devraient rendre compte de certains des effets du diméthoxon, puisque le diméthoate est métabolisé en diméthoxon et est responsable de la toxicité réelle observée chez les organismes non visés (O'Brien, 1967).

La recommandation provisoire pour la qualité des eaux établie pour le diméthoate aux fins de la protection de la vie aquatique d'eau douce est de 6,2 $\mu g \cdot L^{-1}$ (soit 0,0062 $mg \cdot L^{-1}$). On a déduit cette valeur en multipliant par un facteur de sécurité de 0,1 la CMEO de 0,062 $mg \cdot L^{-1}$ obtenue dans une étude de toxicité chronique fondée sur un effet non létal (une réduction de la reproduction) chez l'organisme le plus sensible, *D. magna* (Beusen et Neven, 1989) (CCME, 1991).

Références

- Adams, R.W. 1988. Handbook for pesticide applicators and dispensers. 5^e éd. Ministry of Environment, Pesticide Control Branch, Victoria, BC.
- Agriculture Canada. 1991. Renseignements et informations sur les produits antiparasitaires (Diméthoate). Base de données (RIPA). Disponible par le Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail.
- Ali, S., J.W. Jones, I.R. Evans et R.C. Acorn. 1989. Guide to crop protection in Alberta. Part 1. Chemical. AGDEX 606-1. Alberta Agriculture, Edmonton.
- Basak, P.K. et S.K. Konar. 1978. A simple bioassay method for estimation of safe disposal rates of insecticides to protect fish: Diméthoate. Indian J. Fish. 25(1-2):141-155. (Cité dans USEPA 1984.)
- Beusen, J.M. et B. Neven. 1989. Toxicity of diméthoate to *Daphnia magna* and freshwater fish. Bull. Environ. Contamin. Toxicol. 42: 126-133.
- 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.]
- . 1993. Annexe XIV — Recommandations pour la qualité des eaux au Canada : mise à jour (octobre 1993), aldicarbe et diméthoate, 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.
- Constable, M. et J. Bharadia. 1990. Summary of the review of environmental information pertaining to the use of dimethoate in Canada. Environnement Canada, Conservation et Protection, Scientific Programs Branch of Environmental Protection, Région de L'Ouest et du Nord, Regina.
- Coppage, D.L. 1972. Organophosphate pesticides: Specific level of brain AChE inhibition related to death in sheepshead minnows. *Trans. Am. Fish. Soc.* 101(3):534–536.
- Dalela, R.C., M.C. Bhatnager, A.K. Tyagi et S.R. Verma. 1979. Histological damage of gills in *Channa gachua* after acute and subacute exposure to endosulfan and rogor. *Mikroskopie (Vienne)* 35:301–307.
- El Beit, I.O.D., J.V. Wheelock et D.E. Cotton. 1978a. Factors influencing the degradation of dimethoate in soils and solutions. *Int. J. Environ. Stud.* 11:253–260.
- . 1978b. Separation and characterization of dimethoate metabolites developing in soil and alkaline solution. *Int. J. Environ. Stud.* 12:215–225.
- Gill, T.S., J.C. Pant et J. Pant. 1988. Gill, liver and kidney lesions associated with experimental exposures to carbaryl and dimethoate in the fish (*Puntius conchoni* Ham.) *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 41:71–78.
- Giroux, I., M. Duchemin et M. Roy. 1997. Contamination de l'eau par les pesticides dans les régions de culture intensive du maïs au Québec. Campagnes d'échantillonnage de 1994 et 1995. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Québec.
- Hameed, P.S. et P. Vadimalai. 1986. Effect of sublethal concentrations of dimethoate EC 30 on feeding, growth, oxygen consumption and activity in *Macrones keletius* (Dumeril). *J. Environ. Biol.* 7(4):277–284.
- Hermens, J., H. Canton, N. Steyger et R. Wegman. 1984. Joint effects of a mixture of 14 chemicals on mortality and inhibition of reproduction of *Daphnia magna*. *Aquat. Toxicol.* 5:315–322.
- Khangarot, B.S., A. Sehgal et M.K. Bhasin. 1985. Man and biosphere: Studies on the Sikkim Himalayas. Part 6. Toxicity of selected pesticides to frog tadpole *Rana hexadactyla* (Lesson). *Acta Hydrochim. Hydrobiol.* 13(3):391–394.
- Manna, G.K. et A. Sadhukhan. 1986. Induction of Siamese twins in the fish *Oreochromis mossambicus* after the treatment of an insecticide, Rogor 30E. *Curr. Sci.* 55(20):1016–1018.
- Mudgall, C.F. et H.S. Patil. 1987. The phytotoxic interaction between bromacil and dimethoate in citrus plants. *Pestic. Biochem. Physiol.* 29:10–16.
- O'Brien, R.D. 1967. Insecticides action and metabolism. Academic Press Inc. New York. (Cité dans Constable et Bharadia 1990.)
- OMS (Organisation mondiale de la santé). 1989. Dimethoate: Environmental Health Criteria 90. OMS, Genève.
- Sloof, W. et J.H. Canton. 1983. Comparison of the susceptibility of 11 freshwater species to 8 chemical compounds. II. (Semi)chronic toxicity tests. *Aquat. Toxicol.* 4(3):271–282.
- USEPA (U.S. Environmental Protection Agency). 1984. Health and environmental effects profile for dimethoate. EPA/600/X-84/323. NTIS. USEPA, Office of Health and Environmental Assessment, Springfield, VA.
- Worthing, C.R., et R.J. Hance (éd.). 1991. The pesticide manual: A world compendium. 9e éd. British Crop Protection Council, Farnham, Surrey, GB.

Comment citer ce document :

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