



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

DIMÉTHOATE

Le diméthoate ($C_5H_{12}NO_3PS_2$) est un pesticide organophosphoré à large spectre qui est utilisé dans une vaste gamme d'applications agricoles au Canada. Au Canada, le diméthoate est homologué sous diverses appellations commerciales, dont Cygon (Cyanamid), Lagon (U.A.P.), Hopper Stopper (Peacock Industries) et Sys-Tem (Chipman) (CCME, 1993a).

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 sert aussi à détruire les insectes nuisibles dans les plantes ornementales cultivées au champ ou en serre (Agriculture Canada, 1991). Dans les usages agricoles, les insectes visés comprennent les aphidés, les sauterelles, la cicadelle, l'hétéroptère miride, les acariens, les punaises, la punaise de Say, le charançon du mélilot, la punaise grise et le thrips (Ali et coll., 1989). Le diméthoate est également efficace comme insecticide à effet rémanent contre les mouches lorsqu'il est pulvérisé sur les murs des bâtiments agricoles. En foresterie, le diméthoate est employé 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). Le diméthoate a également été utilisé comme insecticide systémique chez le bétail, mais cet usage n'est plus homologué au Canada.

Le faible $\log K_{oc}$ du diméthoate (0,96 à 1,44 $mg \cdot L^{-1}$) et sa forte hydrosolubilité (25 $g \cdot L^{-1}$) indiquent une faible affinité avec la plupart des types de sol et donc un potentiel de migration relativement élevé dans les sols agricoles. McRae (1991) a classé le diméthoate parmi les composés qui possèdent un pouvoir modéré de lixiviation, et ce produit n'a été décelé que dans le cadre de deux programmes de surveillance de la qualité des eaux au Canada.

Pour de plus amples renseignements sur les usages, les concentrations dans l'environnement et les propriétés chimiques du diméthoate, consulter le feuillet d'information sur ce produit au chapitre 4 des

Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement.

Élaboration des recommandations pour la qualité des eaux

La recommandation canadienne provisoire pour la qualité des eaux établie pour le diméthoate aux fins de la protection de l'eau d'abreuvement du bétail a été élaborée selon le protocole du CCME (CCME, 1993b).

Eau d'irrigation

Une seule étude acceptable était disponible sur la toxicité du diméthoate pour les cultures non visées. Zaki et Reynolds (1961) ont traité au diméthoate (dose équivalente à 1,14 $kg \cdot ha^{-1}$) des graines de coton qu'ils ont ensuite plantées dans quatre types de sols, en serre. Des effets phytotoxiques ont été observés au cours d'autres études, mais les doses administrées n'étaient pas précisées.

Faute de données suffisantes, il n'a été possible d'établir à l'égard de la qualité des eaux d'irrigation ni une recommandation ni une recommandation provisoire.

Eau d'abreuvement du bétail

Les mammifères et les oiseaux non visés peuvent être exposés au diméthoate par inhalation ou par voie cutanée ou orale, auxquels cas l'absorption est rapide (Carman et coll., 1982). Chez les mammifères, le diméthoate absorbé est diffusé dans l'ensemble des tissus. Dans une étude portant sur le devenir métabolique de ce composé,

Tableau 1. Recommandations pour la qualité des eaux établies pour le diméthoate aux fins de la protection des utilisations agricoles de l'eau (CCME, 1993a).

Utilisation	Recommandation ($\mu g \cdot L^{-1}$)
Eau d'irrigation	Néant*
Eau d'abreuvement du bétail	3 [†]

* Aucune recommandation n'a été établie.

[†] Recommandation provisoire.

Dauterman et coll. (1959) ont mesuré les concentrations les plus fortes de diméthoate dans le foie, les reins et la peau (sous la forme du composé d'origine ou de métabolites). D'importants résidus ont également été décelés dans le cœur, le cerveau, le tissu adipeux, le sang et les os dans les 24 heures qui ont suivi l'administration du produit.

Des études montrent que les vertébrés possèdent un bon pouvoir de détoxification du diméthoate. Bien qu'un certain nombre de mécanismes de dégradation aient été mis en évidence, l'hydrolyse demeure le plus important. La réaction d'hydrolyse catalysée par la carboxyamidase serait particulièrement importante, car elle détermine le clivage des liaisons C-N du diméthoate (et du diméthoxon) et la formation de métabolites non toxiques (Hassan et coll., 1969).

Des études portant sur la toxicité aiguë du diméthoate étaient disponibles pour 12 espèces de mammifères d'Amérique du Nord. Ces études révèlent que le diméthoate est modérément toxique. Les valeurs de toxicité aiguë enregistrées varient de 28 à 680 mg·kg⁻¹ (CCME, 1993a). Les bovins sont les plus sensibles des trois espèces d'ongulés étudiées, affichant une DL₁₀₀ de 80 mg·kg⁻¹ (Hewitt et coll., 1958). Ces résultats indiquent que le diméthoate de qualité technique est plus toxique que le diméthoate employé en laboratoire ou que le produit pur (Sanderson et Edson, 1964).

Des données sur la toxicité chronique orale du diméthoate étaient disponibles pour six mammifères vivant en Amérique du Nord. Les études ont montré que les bovins étaient particulièrement sensibles à une exposition au diméthoate. Chez des génisses exposées pendant 78 jours à une dose de 0,6 mg·kg⁻¹, on a observé une diminution de 91 % de l'activité de l'acétylcholinestérase (AChE) sanguin. Une exposition plus brève (9 jours) à une dose de 3 mg·kg⁻¹ a également entraîné chez ces bovins une baisse importante (78 %) de l'activité de l'AChE sanguin. Chez des taureaux et des vaches, aucune inhibition de l'activité de l'AChE n'a été enregistrée après une exposition à une dose de 0,22 mg·kg⁻¹ par jour d'une durée de 28 jours et de 42 jours, respectivement (Beck et coll., 1968).

Une analyse des effets toxiques du diméthoate sur la reproduction et le développement de quatre mammifères a montré que ces indicateurs ne sont pas aussi sensibles que l'inhibition de l'activité de l'AChE et le ralentissement de la croissance. Bien qu'une tératogénie ait été notée chez la souris, d'autres effets sur la reproduction se sont révélés plus sensibles (CCME, 1993a).

Des études ont indiqué que les oiseaux étaient plus sensibles que les mammifères à des expositions aiguës. Les DL₅₀ aiguës de diméthoate (expositions de 1 jour) variaient entre une plage de 6,6 à 17,8 mg·kg⁻¹ pour le carouge à épauettes (*Agelaius phoeniceus*) (Schafer et coll., 1983) et une valeur de 63,5 mg·kg⁻¹ pour la femelle du canard colvert (*Anas platyrhynchos*) (Hudson et coll., 1984). Au cours d'une seule étude de toxicité chronique (Francis et coll., 1985), un taux de mortalité de 100 % a été observé chez trois poulets Leghorn blancs (espèce inconnue) ayant reçu des doses alimentaires de 5,4 à 6,6 mg·kg⁻¹ par jour pendant 28 ou 31 jours.

Les études existantes sur la toxicité du diméthoate pour les mammifères et les oiseaux indiquent que cette substance est toxique pour divers organismes. La toxicité orale aiguë du diméthoate pour les mammifères était comparable dans tous les groupes taxinomiques, les bovins affichant les effets aigus et chroniques les plus sensibles. Une baisse de 91 % de l'activité de l'AChE sanguin a été observée chez des génisses exposées à une dose de 0,6 mg·kg⁻¹ par jour pendant 78 jours (Beck et coll., 1968). Dans cette étude, la dose sans effet observé (DSEO) a été chiffrée à 0,22 mg·kg⁻¹ par jour. Chez le rat, une corrélation a été établie entre l'inhibition de l'activité de l'AChE plasmatique et érythrocytaire et une réduction des vitesses de croissance (West et coll., 1961); un ralentissement de 24 % de la croissance a été associé à une baisse de 67 % de l'activité de l'AChE sanguin. C'est pourquoi on a considéré que l'inhibition de l'activité de l'AChE sanguin constituait un indicateur acceptable aux fins du calcul d'une dose journalière admissible (DJA) générale pour les mammifères. Cette valeur a servi de fondement scientifique dans l'élaboration de la recommandation pour la qualité des eaux destinées à l'abreuvement du bétail.

Une DJA a été calculée pour les bovins à partir des résultats obtenus par Beck et coll. (1968) sur les effets chroniques du diméthoate. La DSEO et la dose minimale produisant un effet observé (DMEO) étaient de 0,22 et de 0,6 mg·kg⁻¹ par jour, respectivement. On a calculé la DJA en divisant la moyenne géométrique de la DSEO et de la DMEO par un facteur d'incertitude de 100 (CCME, 1993b). L'application de ce facteur d'incertitude vise à tenir compte du degré d'incertitude lié à l'estimation d'une dose sûre du pesticide. Les incertitudes associées à l'estimation de la DJA découlent des différences de sensibilité liées à l'espèce, au sexe, au stade du cycle vital, à la durée d'exposition, à la nature et à la gravité de l'effet mesuré, à la voie d'exposition ainsi qu'à d'autres facteurs. Ce calcul a donné pour les mammifères une DJA de 0,004 mg·kg⁻¹ par jour (4 µg·kg⁻¹ par jour).

À l'aide de la DJA ainsi obtenue, du poids corporel d'un animal d'élevage ($pc = 2,3$ kg pour le poulet Leghorn blanc) et d'un taux journalier d'ingestion d'eau ($TIE = 0,61$ L·j⁻¹ pour le poulet Leghorn blanc), on a ensuite calculé la CR du diméthoate.

Chez les animaux d'élevage, la consommation d'eau varie considérablement selon la température de l'air ambiant, le taux d'humidité, le niveau d'activité et, le cas échéant, la production laitière. Une comparaison des plages de poids corporels et de taux d'ingestion d'eau de divers animaux d'élevage a permis de constater que le poulet Leghorn blanc présentait le rapport $pc:TIE$ le plus élevé. C'est donc en fonction de ce résultat qu'il conviendrait de simuler un scénario de la pire éventualité (CCME, 1993b). À l'aide des données recueillies sur le poulet, on a chiffré à environ $15 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ la CR du diméthoate dans les sources d'eau pouvant servir à l'abreuvement du bétail. Dans ce calcul, on suppose que l'exposition quotidienne au diméthoate découle entièrement de la consommation d'eau potable.

La contamination des aliments et les brouillards de pulvérisation (pénétration percutanée ou inhalation) peuvent également constituer des voies d'exposition du bétail au diméthoate. Les recommandations pour la qualité des eaux doivent donc tenir compte des autres voies d'exposition et être modifiées en conséquence. Malheureusement aucune information n'était disponible sur l'incidence relative de l'ingestion d'eau potable et d'aliments et de la pénétration percutanée sur le taux d'exposition au diméthoate. En l'absence de données précises, on a utilisé l'apport de l'eau potable ($AEP = 20\%$) (USEPA, 1988a) aux fins du calcul de la recommandation pour la qualité des eaux.

La recommandation provisoire pour la qualité des eaux destinées à l'abreuvement du bétail établie pour le diméthoate est donc de $3 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. Comme cette recommandation vise à protéger l'utilisation la plus sensible de l'eau d'abreuvement (soit l'abreuvement des poulets), elle est considérée appropriée pour les autres utilisations de l'eau d'abreuvement du bétail.

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 fournie 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.
- Beck, E.W., Johnson, Jr., M.E. Getz, F.B. Skinner, L.H. Dawsey, D.W. Woodham et J.C. Derbyshire. 1968. Effects of feeding diméthoate its oxygen analog, and diméthoate - treated silage to cattle. J. Econ. Entomol. 61(3):605-610.
- Carman, G.E., Y. Iwata, J.L. Pappas, J.R. O'Neal et F.A. Gunther. 1982. Pesticide applicator exposure to insecticides during treatment of citrus trees with oscillating boom and airblast units. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 11(6):651-659. (Cité dans USEPA 1984.)
- CCME (Conseil canadien des ministres de l'environnement). 1993a. 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.
- . 1993b. Annexe XV — Méthode d'élaboration des recommandations pour la qualité des eaux : protection des utilisations agricoles (octobre 1993), 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 5, Conseil canadien des ministres de l'environnement, 1999, Winnipeg.]
- Dauterman, W.C., J. E. Casida, J.B. Knaak et T. Kowalczyk. 1959. Animal metabolism of insecticides. Bovine metabolism of organophosphorus insecticides. Metabolism and residues associated with oral administration of diméthoate to rats and three lactating cows. J. Agric. Food Chem. 7(3):188-193.
- Francis, B.M., R.L. Metcalf et L.G. Hansen. 1985. Toxicity of organophosphorus esters to laying hens after oral and dermal administration. J. Environ. Sci. Health B20(1):73-95.
- Hassan, A., S.M.A.D. Zayed et M.R.E. Bahig. 1969. Metabolism of organophosphorus insecticides XI. Metabolic fate of diméthoate in the rat. Biochem. Pharmacol. 18:2429-2438.
- Hewitt, R., J. Emro, J. Entwistle, J. Pankavich, R. Thorson, W. Wallace et E. Waletzky. 1958. Carbamoyl alkyl phosphorodithioates as chemotherapeutic agents: Effects of diméthoate against grubs in cattle. J. Econ. Entom. 51(4):445-450.
- Hudson, R.H., R.K. Tucker et M.A. Haegle. 1984. Handbook of toxicity of pesticides to wildlife. U.S. Fish Wildl. Serv. Resour. Publ. 153. 2^e éd. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, DC.
- McRae, B. 1991. The characterization and identification of potentially leachable pesticides and areas vulnerable to ground water contamination by pesticides in Canada. Backgrounder 91-01. Issues. Agriculture Canada, Direction de la planification et des priorités, Direction des pesticides, Ottawa.
- Sanderson, D.M. et E.F. Edson. 1964. Toxicological properties of the organophosphorus insecticide diméthoate. Br. J. Ind. Med. 21:52-64.
- Schafer, E.W., Jr., W.A. Bowles, Jr. et J. Hurlbut. 1983. The acute oral toxicity, repellency, and hazard potential of 988 chemicals to one or more species of wild and domestic birds. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 12(3):355-382.
- USEPA (U.S. Environmental Protection Agency). 1984. Health and environmental effects profile for diméthoate. EPA/600/X-84/323. NTIS. USEPA, Office of Health and Environmental Assessment, Springfield, VA.
- West, B., L.B. Vidone et C.B. Shaffer. 1961. Acute and subacute toxicity of diméthoate. Toxicol. Appl. Pharmacol. 3:210-223.
- Zaki, M. et H.T. Reynolds. 1961. Effects of various soil types and methods of application upon uptake of three systemic insecticides by cotton plants in the greenhouse. J. Econ. Entomol. 54(3):568-572.

Comment citer ce document :

Conseil canadien des ministres de l'environnement. 1999. *Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection des utilisations de l'eau à des fins agricoles — 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-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

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

Also available in English.