



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

MCPA

Le MCPA ( $C_9H_9ClO_3$ ) est un herbicide systémique du type phénoxy utilisé pour lutter contre un ensemble de dicotylédones dans les terres agricoles et non agricoles (Agriculture et Agro-alimentaire Canada, 1997). Il porte le nom et le numéro CAS suivants : acide (chloro-4 méthyl-2 phénoxy) acétique et 94-74-6. Le composé d'origine (le MCPA acide) est un solide cristallin incolore, mais les préparations renferment divers esters, sels et amines dérivés. Le MCPA est vendu surtout sous forme d'herbicide liquide et, dans une moindre mesure, sous forme de concentré émulsionnable (WSSA, 1989). Le MCPA est souvent mélangé en cuve et appliqué avec divers autres herbicides, ce qui en améliore l'efficacité contre certaines mauvaises herbes (Ministère de l'Agriculture de l'Alberta, 1989). Les produits homologués au Canada portent notamment les noms commerciaux MCPA Ester, MCPA Amine et Bucril M.

En 1990, une quantité totale de 3417 tonnes de MCPA a été vendue au Canada, dont une fraction de 94 % a été achetée dans les provinces des Prairies (Agriculture Canada et Environnement Canada, 1990). Une étude menée en Ontario en 1983 indique que le MCPA était utilisé largement (154 t) dans la production céréalière et modérément (1,5 t) dans la production de maïs blanc (McGee, 1984).

Le MCPA est un régulateur de croissance des plantes dont l'efficacité exceptionnelle tient au fait qu'il est absorbé à la fois par les racines et les feuilles et qu'il est transféré rapidement dans tous les tissus (WSSA, 1989; Tomlin, 1994). Le MCPA possède des propriétés herbicides dont la sélectivité est attribuable aux différences qui existent entre les vitesses d'absorption, de translocation et de dégradation métabolique de chaque espèce (Frear, 1976). Dans bon nombre de plantes, le MCPA est dégradé en métabolites ou conjugués moins toxiques par des réactions de décarboxylation ou par complexation avec des protéines végétales (WSSA, 1989).

Les eaux de surface peuvent être contaminées directement par la dérive de brouillards de pulvérisation ou indirectement par ruissellement et lixiviation. Les déversements, le déchargement délibéré des réservoirs et les opérations de lavage des équipements peuvent

entraîner une contamination extrêmement grave des eaux. De mauvaises méthodes de manutention ou encore, un usage normal dans une région où les aquifères sont peu profonds peuvent entraîner une contamination des eaux souterraines. Bien que le MCPA soit largement utilisé et qu'il présente une forte hydrosolubilité ( $825 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) et une faible affinité avec la plupart des sols (Maathuis et coll., 1988), les cas de contamination de l'eau sont rares. Ainsi, 98 % des 2886 échantillons d'eau de surface recueillis dans les provinces des Prairies ne présentaient pas de concentrations décelables de MCPA (NAQUADAT, 1989). Seuls 5 des 447 échantillons prélevés dans les rivières Thames, Grand et Saugeen entre 1981 et 1985 affichaient des concentrations de résidus  $>0,1 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  (Frank et Logan, 1988). Aucun des 26 échantillons recueillis dans 13 municipalités de l'Alberta ne présentait de concentrations décelables de MCPA (Hiebsch, 1988). Une fréquence relativement élevée de contamination des eaux souterraines a toutefois été signalée dans le district d'irrigation Outlook, en Saskatchewan, où 13 échantillons sur 41 présentaient des concentrations de résidus atteignant  $0,53 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  (Maathuis et coll., 1988). Du MCPA a été décelé dans 31 % des échantillons prélevés dans de nombreuses rivières du Québec de 1993 à 1995 (Giroux et coll., 1997). La concentration la plus forte mesurée était de  $1,3 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ .

Les esters, les sels et les amines dérivés se dissocient dans l'eau alcaline pour former du MCPA acide (MCPA Task Force II, 1993c). Ainsi, la demi-vie de l'ester 2-éthylhexyl (2-EHE) est de 76 jours à un pH de 7, mais elle est de 117 heures à un pH de 9 (MCPA Task Force II, 1993a). Le MCPA acide ne s'hydrolyse toutefois pas facilement dans l'eau stérile à des pH de 5 à 9 (Chau et Thomson, 1978; MCPA Task Force II, 1993b). La biodégradation aérobie du MCPA est appréciable, les

**Tableau 1. Recommandations pour la qualité des eaux établies pour le MCPA aux fins de la protection de la vie aquatique (CCME, 1995).**

Vie aquatique	Recommandation ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ )
Dulcicole	2,6*
Marine	4,2*

\* Recommandation provisoire.

microbes dégradant en 13 jours 95 % du MCPA appliqué (Soderquist et Crosby, 1975). Benoit-Guyod et coll. (1986) ont observé une dégradation rapide par ozonolyse dans le noir, les demi-vies mesurées variant entre 4,2 et 11,5 heures. Les demi-vies estimées par photodégradation varient entre 1 heure et 5 jours (Soderquist et Crosby, 1975; MCPA Task Force II, 1993d).

Étant donné sa grande vitesse de dégradation, le MCPA ne s'accumule pas dans l'environnement. Dans un modèle de laboratoire aquatique-terrestre traité à raison de 5 kg·ha<sup>-1</sup> de MCPA (99 % de sel de sodium), par exemple, les concentrations de résidus après 3 jours se chiffraient à 27,7 µg·g<sup>-1</sup>, à 10,196 µg·g<sup>-1</sup> et à 45 µg·L<sup>-1</sup> pour les plantes terrestres, le sol et l'eau, respectivement (Virtanen et coll., 1979). Chez un poisson (*Cyprinus carassius*) et un mollusque (*Lymnaea stagnalis*), on a enregistré des FBC <1 correspondant à des concentrations tissulaires <0,024 et de 0,87 µg·g<sup>-1</sup>, respectivement (Virtanen et coll., 1979). Des truites de mer (*Salmo trutta*) exposées pendant 28 jours à des doses de 10 à 30 mg·L<sup>-1</sup> de MCPA présentaient des concentrations tissulaires en résidus comparables (3 à 4 mg·kg<sup>-1</sup>) à toutes les concentrations expérimentales (Hattula et coll., 1978). Des poissons exposés à 100 mg·L<sup>-1</sup> de MCPA pendant 3 à 5 jours ont également accumulé des résidus à des taux <4 mg·kg<sup>-1</sup> (Hattula et coll., 1978).

## Élaboration des recommandations pour la qualité des eaux

Les recommandations canadiennes provisoires pour la qualité des eaux établies pour le MCPA aux fins de la protection de la vie aquatique ont été élaborées selon le protocole du CCME (CCME, 1991).

## Vie dulcicole

Chez les poissons, la toxicité du MCPA est très variable, les CL<sub>50</sub>-96 h enregistrées pour la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) variant de 3,6 à 748 mg·L<sup>-1</sup>, selon le stade de développement de l'animal et la préparation utilisée (MCPA Task Force II, 1991; Rhône-Poulenc, 1992). La carpe (*Cyprinus carpio*) et le mené *Leucaspis delineatus* présentent des CME0-48 h de 10 et de 100 mg·L<sup>-1</sup>, respectivement (Pravda, 1973). Les préparations à base des esters 2-EHE et isooctylique sont les plus toxiques pour les poissons et les invertébrés, la CL<sub>50</sub>-96 h du 2-EHE variant entre 3,16 et 4,64 mg·L<sup>-1</sup>

chez le crapet à oreilles bleues, et la CSEO de l'ester isooctylique s'établissant à 0,003 mg·L<sup>-1</sup> chez la truite arc-en-ciel, le crapet à oreilles bleues, le tête-de-boule et *Daphnia magna* (Alexander et coll., 1985; Rhône-Poulenc, 1992a). Pour *D. magna*, les CE<sub>50</sub> (motilité restreinte) du 2-EHE et du sel de diméthylamine (DMA) se chiffrent à 0,28 et à >230 mg·L<sup>-1</sup>, respectivement (Rhône-Poulenc, 1992c, 1992d). Chez le gammare (*Gammarus pulex*), l'isopode (*Asellus aquaticus*), le planaire (*Planaria gonocephala*) et le ver segmenté (*Tubifex* sp.), les CME0-48 h du sel de sodium et du sel de sodium et de potassium sont de 10 mg·L<sup>-1</sup>. L'escargot (*Lymnaea stagnalis*) est légèrement plus tolérant à ces préparations, affichant une CME0-48 h de 100 mg·L<sup>-1</sup> (Pravda, 1973). La toxicité du MCPA pour les amphibiens est variable. Ainsi, à 1600 mg·L<sup>-1</sup> de MCPA (sel de sodium), le TL<sub>50</sub> est de 35 à 45 heures pour le triton à crête (*Triturus cristatus carnifex*), tandis que chez les têtards de *Rana temporaria*, la CL<sub>50</sub>-48 h se chiffre à 10 mg·L<sup>-1</sup> (Pravda, 1973; Paccès Zaffaroni et coll., 1986).

Les rares données disponibles sur la toxicité chronique du MCPA montrent que ce produit inhibe la croissance (50 mg·L<sup>-1</sup>) de la truite arc-en-ciel et accroît le taux de mortalité (100 mg·L<sup>-1</sup>) des jeunes truites de mer (*Salmo trutta*) (Hattula et coll., 1978; Davies et Cook, 1990). Par ailleurs, des malformations osseuses ont été observées dans les membres en cours de régénération de

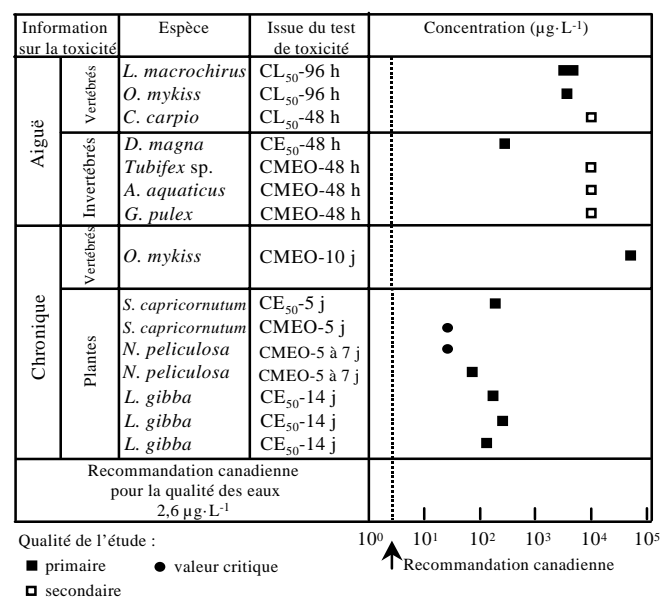


Figure 1. Données choisies sur la toxicité du MCPA pour les organismes d'eau douce.

tritons exposés à des doses de 115 et de 457 mg·L<sup>-1</sup> de MCPA 4 jours par semaine pendant 11 semaines (Arias et coll., 1989).

C'est chez les plantes que la toxicité du MCPA semble être la plus forte. Ainsi, les CE<sub>50</sub>-14 j fondées sur une réduction de la densité des frondes chez la lenticule *Lemma gibba* sont de 0,13, de 0,17 et de 0,25 mg·L<sup>-1</sup> pour le 2-EHE, le MCPA acide et le DMA, respectivement (MCPA Task Force II, 1993i, 1993j). Cependant, pour le sel de DMA et le 2-EHE, les CE<sub>50</sub>-5 j fondées sur une réduction de la densité cellulaire de l'algue verte *Selenastrum capricornutum* s'établissent à 0,19 et à 0,25 mg·L<sup>-1</sup>, et les CMEO mesurées chez la diatomée *Navicula pelliculosa* se chiffrent à 0,073 et à 0,077 mg·L<sup>-1</sup>, respectivement (Rhône-Poulenc, 1992e, 1992g; MCPA Task Force II, 1993h, 1993k). *S. capricornutum* et *N. pelliculosa* ont une sensibilité comparable aux effets toxiques du MCPA acide, présentant une CSEO et une CMEO-5 j de 0,009 et de 0,026 mg·L<sup>-1</sup>, respectivement (MCPA Task Force II, 1993e, 1993f).

La recommandation provisoire pour la qualité des eaux établie pour le MCPA aux fins de la protection de la vie dulcicole est de 2,6 µg·L<sup>-1</sup> (CCME, 1995). On a calculé cette valeur en multipliant la CMEO de 0,026 mg·L<sup>-1</sup> de MCPA acide mesurée chez *S. capricornutum* et *N. pelliculosa* par un facteur de sécurité de 0,1 (CCME, 1991). Il est à noter que les valeurs de toxicité obtenues pour les préparations à base d'ester n'ont pas été prises en compte en raison de la grande vitesse d'hydrolyse de ces dérivés. La recommandation s'applique à la concentration totale de toutes les formes de MCPA et de tous les produits de transformation présents dans les milieux dulcicoles.

## Vie marine

Comme dans le cas des organismes d'eau douce, ce sont les poissons et les invertébrés, dans les milieux marins, qui sont les plus sensibles aux effets toxiques des préparations à base d'esters de MCPA. Ainsi, les CL<sub>50</sub>-96 h de l'ester butoxyéthylrique se chiffrent à 1,15 et à 4,3 mg·L<sup>-1</sup> chez l'ablette immature (*Alburnus alburnus*) et l'harpacticocide *Nitrocris spinipes*, respectivement (Lindén et coll., 1979). Les CL<sub>50</sub>-96 h du MCPA acide s'établissent à 133 et à 231 mg·L<sup>-1</sup> pour la capucette (*Menidia menidia*) et la crevette rose (*Penaeus duorarum*), respectivement (MCPA Task Force, 1987a, 1987b). Les CL<sub>50</sub>-96 h du sel de DMA sont de 441

et de 301 mg·L<sup>-1</sup> pour *Menidia beryllina* et *P. duorarum*, respectivement (MCPA Task Force, 1987c, 1987d).

Les CMEO-5 j et les CE<sub>50</sub>-5 j fondées sur la densité cellulaire de la diatomée (*Skeletonema costatum*) sont de 0,042 et de 0,3; de 0,017 et de 0,085; de 0,10 et de 1,5 mg·L<sup>-1</sup> pour le MCPA acide, le 2-EHE et le sel de DMA, respectivement (MCPA Task Force II, 1993d, 1993j, 1993h).

La recommandation provisoire pour la qualité des eaux établie pour le MCPA aux fins de la protection de la vie marine est de 4,2 µg·L<sup>-1</sup> (MCPA Task Force II, 1993d; CCME, 1995). On a déduit cette valeur en multipliant la CMEO du MCPA acide pour la diatomée *S. costatum* (0,042 mg·L<sup>-1</sup>) par un facteur de sécurité de 0,1 (CCME, 1991).

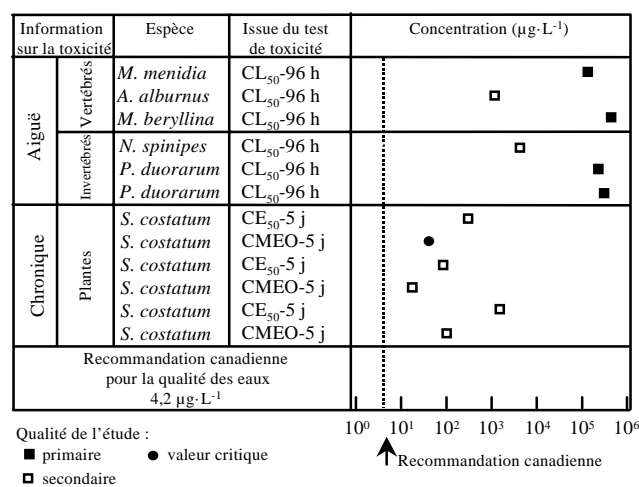


Figure 2. Données choisies sur la toxicité du MCPA pour les organismes marins.

## Références

- Agriculture et Agro-alimentaire Canada. 1997. Renseignements et informations sur les produits antiparasitaires. Base de données RIPA, (disque CCINFO). Issue 97-3. Produite par Agriculture et Agro-alimentaire Canada et distribuée par le Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail. CD-ROM.
- Agriculture Canada et Environnement Canada. 1990. Pesticide registrant survey 1988 report. Agriculture Canada, Direction des pesticides, et Environnement Canada, Direction des produits chimiques commerciaux, Ottawa.
- Alberta Agriculture. 1989. Guide to crop protection in Alberta 1989. Part 1. Chemical herbicides, insecticides, fungicides, rodenticides for maximum economic yield. Crop Protection Branch, Edmonton.
- Alexander, H.C., F.M. Gersich et M.A. Mayes. 1985. Acute toxicity of 4 phenoxy herbicides to aquatic organisms. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 35:314-321.

- Arias, E., N. Paces Zaffaroni et T. Zavanella. 1989. Teratological evaluation of the phenoxyacid herbicide MCPA in the regenerating forelimb of the adult newt. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 17(1):30–37.
- Benoit-Guyod, J.L., D.G. Crosby et J.B. Bowers. 1986. Degradation of MCPA by ozone and light. *Water Res.* 20(1):67–72.
- 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.]
- . 1995. Annexe XVIII — Recommandations pour la qualité des eaux au Canada : mise à jour (mars 1995), MCPA, 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.
- Chau, A.S.Y. et K. Thompson. 1978. Investigations of the integrity of seven herbicide acids in water samples. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 61:1481–1485.
- Davies, P.E. et L.S. Cook. 1990. Sublethal effects of pesticides on selected species of freshwater fish and crustaceans from southern Australia. Inland Fisheries Commission. Hobart, Tasmanie.
- Frank, R. et L. Logan. 1988. Pesticide and industrial chemical residues at the mouth of the Grand, Saugeen and Thames Rivers, Ontario, Canada, 1981–1985. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 17:741–754.
- Frear, D.S. 1976. The benzoic acid herbicides, dans *Herbicides: Chemistry, degradation, and mode of action*. 2e éd. P.C. Kearney et D.D. Kaufman, éd. Marcel Dekker, Inc., New York.
- 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.
- Hattula, M.L., H. Reunanen et A.U. Arstilla. 1978. The toxicity of MCPA to fish. Light and electron microscopy and the chemical analysis of the tissue. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 19:465–470.
- Hiebsch, S.C. 1988. The occurrence of thirty-five pesticides in Canadian drinking water and surface water. Santé et Bien-être social Canada, Direction d'hygiène du milieu, Ottawa. Inédit.
- Lindén, E., B.E. Bengtsson, O. Svanberg et G. Sundström. 1979. The acute toxicity of 78 chemicals and pesticide formulations against two brackish water organisms, the bleak (*Alburnus alburnus*) and the harpacticoid (*Nitocra spinipes*). *Chemosphere* 11/12:843–851.
- Maathuis, H., V. Wasiuta, W. Nicholaichuk et R. Grover. 1988. Study of herbicides in shallow groundwater beneath three irrigated sites in Outlook Irrigation District, Saskatchewan: Results of 1987 field investigations. SRC Publication Number R-844-13-E-88. Saskatchewan Research Council, Regina.
- McGee, B. 1984. Survey of pesticide use in Ontario, 1983. Estimates of pesticides used on field crops, fruits, and vegetables and in roadside weed control. Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, Toronto.
- MCPA Task Force. 1987a. Static acute toxicity of MCPA (2-methyl-4-chlorophenoxyacetic acid), to the pink shrimp, *Penaeus duorarum*. Industry Task Force on MCPA Research Data, ERCO Laboratory, MA.
- . 1987b. Static acute toxicity of MCPA (2-methyl-4-chlorophenoxyacetic acid), to the Atlantic silverside, *Menidia menidia*. Industry Task Force on MCPA Research Data, ERCO Laboratory, MA.
- . 1987c. Static acute toxicity of technical MCPA dimethylamine salt (2-methyl-4-chlorophenoxyacetic acid, dimethylamine salt) to the pink shrimp, *Penaeus duorarum*. Industry Task Force on MCPA Research Data, ERCO Laboratory, MA.
- . 1987d. Static acute toxicity of technical MCPA dimethylamine salt (2-methyl-4-chlorophenoxyacetic acid, dimethylamine salt), to the tidewater silverside *Menidia beryllina*. Industry Task Force on MCPA Research Data, Enseco Inc., MA.
- MCPA Task Force II. 1991. MCPA (as DMA salt)-96-hour acute toxicity study (LC<sub>50</sub>) in the rainbow trout (flow through). Project #019585. Industry Task Force II on MCPA Research Data, RCC Notox B.V., Les Pays Bas.
- . 1993a. Hydrolysis of <sup>14</sup>C-MCPA-2-EHE in buffered aqueous solutions. Industry Task Force II on MCPA Research Data, Research Triangle Park, NC.
- . 1993b. Hydrolysis of <sup>14</sup>C-MCPA buffered aqueous solutions. Industry Task Force II on MCPA Research Data, Research Triangle Park, NC.
- . 1993c. Special study: Dissociation of MCPA DMAS in water. Industry Task Force II on MCPA Research Data, Research Triangle Park, NC.
- . 1993d. MCPA acid: Toxicity to the marine diatom, *Skeletonema costatum*. Industry Task Force II on MCPA Research Data, Springborn Laboratories Inc., Research Triangle Park, NC.
- . 1993e. MCPA acid: Toxicity to the freshwater diatom *Navicula pelliculosa*. Industry Task Force II on MCPA Research Data, Springborn Laboratories Inc., Research Triangle Park, NC.
- . 1993f. MCPA acid: toxicity to the freshwater green alga *Selenastrum capricornutum*. Industry Task Force II on MCPA Research Data, Springborn Laboratories Inc., Research Triangle Park, NC.
- . 1993g. MCPA DMA salt: Toxicity to the marine diatom *Skeletonema costatum*. Industry Task Force II on MCPA Research Data, Springborn Laboratories Inc., Research Triangle Park, NC.
- . 1993h. MCPA DMA salt: Toxicity to the freshwater diatom, *Navicula pelliculosa*. Industry Task Force II on MCPA Research Data, Springborn Laboratories Inc., Research Triangle Park, NC.
- . 1993i. MCPA - DMA salt: Toxicity duckweed, *Lemna gibba*. Industry Task Force II on MCPA Research Data, Springborn Laboratories Inc., Research Triangle Park, NC.
- . 1993j. MCPA 2EH ester: Toxicity to the marine diatom *Skeletonema costatum*. Industry Task Force II on MCPA Research Data, Springborn Laboratories Inc., Research Triangle Park, NC.
- . 1993k. MCPA 2EH ester: toxicity to the freshwater diatom, *Navicula pelliculosa*. Industry Task Force II on MCPA Research Data, Springborn Laboratories Inc., Research Triangle Park, NC.
- . 1993l. MCPA 2EH ester: Toxicity to duckweed, *Lemna gibba*. Industry Task Force II on MCPA Research Data, Springborn Laboratories Inc., Research Triangle Park, NC.
- NAQUADAT. 1989. Base nationale de données sur la qualité des eaux. Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, Direction de la qualité des eaux, Ottawa.
- Paces Zaffaroni, N., T. Zavanella, T. Ferrari et M.L. Arias. 1986. Toxicity of 2-methyl-4-chlorophenoxyacetic acid to the adult crested newt. *Environ. Res.* 41(1):201–206.
- Pravda, O. 1973. Über den Einfluss der Herbizide auf einige Süßwassertiere. *Hydrobiologia* 42(1):97–142.
- Rhône-Poulenc. 1992a. Acute toxicity study on the bluegill (*Lepomis macrochirus* RAF.) of MCPA 2-EHE in a static system. Project

- Number 14F0385/915070. Rhône-Poulenc AG Company, Research Triangle Park, NC.
- . 1992b. Acute toxicity study on the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* WALBAUM 1792) of MCPA 2-EHE in a static system. Project Number 12F0385/915069. Rhône-Poulenc AG Company, Research Triangle Park, NC.
- . 1992c. MCPA DMAS — Acute toxicity to daphnids (*Daphnia magna*) under flow-through conditions. SLI Report # 92-4-4235. Rhône-Poulenc AG Company, Research Triangle Park, NC.
- . 1992d. MCPA 2-EHE — Acute toxicity to daphnids (*Daphnia magna*) under flow-through conditions. SLI Report #92-6-4303. Rhône-Poulenc Ag Company, Research Triangle Park, NC.
- . 1992e. MCPA DMAS — Toxicity to the freshwater green alga, *Selenastrum capricornutum*. SLI Report #92-6-4285. Rhône-Poulenc AG Company, Research Triangle Park, NC.
- . 1992f. MCPA 2-EHE — Toxicity to the freshwater green alga, *Selenastrum capricornutum*. SLI Report #92-6-4289. Rhône-Poulenc AG Company, Research Triangle Park, NC.
- Soderquist, C.J. et D.G. Crosby. 1975. Dissipation of 4-chloro-2-methylphenoxyacetic acid (MCPA) in a rice field. *Pestic. Sci.* 6:17–33.
- Tomlin, C., dir. 1994. *The pesticide manual: A world compendium*. 10<sup>e</sup> éd. (Incorporating the Agrochemicals handbook.) British Crop Protection Council et Royal Society of Chemistry, Thornton Heath, GB.
- Virtanen, M., J.L. Hattula et A.U. Arstila. 1979. Behaviour and fate of 4-chloro-2-methylphenoxyacetic acid (MCPA) and 4,6-dichloro-o-cresol as studied in an aquatic-terrestrial model ecosystem. *Chemosphere* 7:431–442.
- WSSA (Weed Science Society of America). 1989. *Herbicide handbook*. 6<sup>e</sup> éd. WSSA, Champaign, IL.

Comment citer ce document :

Conseil canadien des ministres de l'environnement. 1999. *Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique* — MCPA, 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