



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

## BROMOXINIL

Le bromoxynil est la dénomination usuelle d'un groupe d'herbicides à base de benzonitrile incluant le bromoxynil phénolique (le composé d'origine) et ses esters dérivés. Le composé d'origine ( $C_7H_3Br_2NO$ ) est un solide incolore et inodore dont le nom CAS est 3,5-dibromo-4-hydroxybenzonitrile. Il est parfois aussi appelé 4-hydroxy-3,5-dibromo-benzonitrile. L'ester octanoate, dont le nom chimique est 2,6-dibromo-4-cyanophényloctanoate ou 3,5-dibromo-4-octanoyloxybenzonitrile, est un solide marron cireux. Les numéros de registre CAS du bromoxynil phénolique et de l'ester octanoate sont 1689-84-5 et 1689-99-2, respectivement.

Utilisé comme herbicide de contact de post-levée, le bromoxynil détruit sélectivement les dicotylédones annuelles et vivaces (p. ex., chénopode blanc et sarrasin) dans les cultures céréalières (Agriculture et Agro-alimentaire Canada, 1997). Il réduit les niveaux cellulaires d'ATP en découplant la phosphorylation oxydative. On mélange souvent le bromoxynil à d'autres herbicides (p. ex., le MCPA et le diclofop-méthyle) pour lutter contre un spectre plus large de mauvaises herbes (Nalewaja et Skrzypczak, 1985). On peut fabriquer des préparations herbicides en utilisant la forme phénolique du bromoxynil, son sel de potassium ou l'un de ses quatre esters communs (octanoate, heptanoate, pentanoate et butyrate). Au Canada, les produits à base de bromoxynil sont généralement vendus sous forme de concentrés émulsionnables des esters octanoate et pentanoate (Agriculture et Agro-alimentaire Canada, 1997).

Les eaux de surface sont contaminées directement par les brouillards de pulvérisation produits au cours d'épandages aériens ou d'épandages au sol à l'aide de rampes de pulvérisation, et, indirectement, par les eaux de ruissellement qui érodent les zones traitées ainsi que par voie de dépôt de particules de poussière ayant adsorbé du bromoxynil. Les déversements de pesticides, la vidange délibérée des résidus de réservoirs et de mauvaises méthodes de lavage de l'équipement peuvent causer une très forte contamination (Frank et coll., 1987). En Saskatchewan, un seul des 42 échantillons prélevés en 1988–1989 (dans sept cours d'eau) présentait une concentration décelable ( $0,04 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) de bromoxynil (SEPS, 1990). Des 22 échantillons recueillis dans chacune des rivières Turtle et Ochre, au Manitoba,

quatre et cinq échantillons, respectivement, contenaient une quantité décelable de résidus (plus de  $2 \text{ ng}\cdot\text{L}^{-1}$ ) (Muir et Grift, 1987). On estime que le bromoxynil phénolique est peu susceptible d'être lessivé, aussi est-il rarement décelé dans les eaux souterraines (Frank et coll., 1987; McRae, 1991; Waite et coll., 1992).

Le bromoxynil phénolique est modérément hydrosoluble (solubilité de  $130 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) mais, étant acide, il tend à former des sels de potassium (K) et de sodium (Na), qui se dissolvent rapidement dans l'eau (The Merck Index, 1989). La photolyse et l'hydrolyse sont des mécanismes qui jouent un rôle important dans l'élimination du bromoxynil de l'eau. Le bromoxynil phénolique se dégrade rapidement (demi-vie de moins de 30 min) à des longueurs d'ondes de l'ordre de 313 nanomètres (Plimmer, 1970; Kochany et coll., 1990). La demi-vie de l'ester octanoate dans l'eau stérile et sous un éclairage artificiel est de 4,6 jours (Rhône-Poulenc, 1991a). Les demi-vies d'hydrolyse pour le phénol varient entre 34,1 jours à un pH de 5 et 1,7 jour à un pH de 9 (Rhône-Poulenc, 1990a). Bien que l'octanoate de bromoxynil soit à peu près insoluble dans l'eau (solubilité de  $80 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ), il s'hydrolyse rapidement en phénol lorsque le pH est alcalin (Rhône-Poulenc, 1991b). Muir et coll. (1991) ont enregistré un taux d'hydrolyse des esters de 42 % en 4 heures dans de l'eau stagnante.

La demi-vie du bromoxynil phénolique dans les étangs des prairies humides est de 9 à 17 jours, bien que des résidus (plus de  $2 \text{ ng}\cdot\text{L}^{-1}$ ) puissent persister jusqu'à 120 jours après l'épandage (Muir et coll., 1991). Un mélange d'octanoate et de butyrate dans un rapport de 1:1 se dégrade rapidement (en moins de 1 heure) en bromoxynil phénolique lorsqu'il est épandu ( $450 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  de matière active) sur un mésocosme de prairie humide

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

Vie aquatique	Recommandation ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ )
Dulcicole	5,0
Marine	Néant*

\* Aucune recommandation n'a été établie.

(pH de 8,2) (Muir et coll., 1991). Le bromoxynil phénolique est rapidement distribué dans toute la colonne d'eau tandis que les esters hydrophobes que sont l'octanoate et le butyrate demeurent dans la microcouche superficielle ou se sorbent aux sédiments (Muir et coll., 1991).

On ne dispose d'aucune information sur l'accumulation de bromoxynil dans le biote aquatique. Bien que l'ester octanoate présente un log  $K_{oc}$  relativement élevé (5,46), il est vraisemblablement dégradé avant d'être absorbé par les organismes aquatiques (Loken, 1988; Muir et coll., 1991; Rhône-Poulenc, 1991b).

**Élaboration des recommandations pour la qualité des eaux**

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

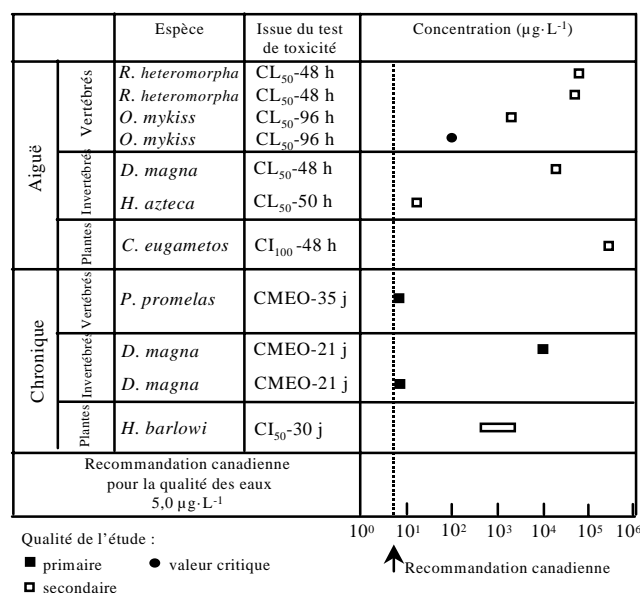
**Vie dulcicole**

Chez les poissons, les concentrations létales ( $CL_{50}$ ) de bromoxynil (phénol et esters) varient entre 4 et 60 000  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  (Alabaster, 1969; Muir et coll., 1991). La toxicité du phénol dépend du pH et de la dureté de l'eau. Dans un milieu basique, le bromoxynil phénolique est ionisé ( $pK_a$  de 4,06) en phénolate, un anion moins toxique (USEPA, 1984; Merck Index, 1989). Pour le bromoxynil phénolique, on a mesuré des  $CL_{50-96}$  h de 200, de 2000 et de 20 000  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  à des pH de 6,2, de 7,2 et de 8,2, respectivement, chez l'ide dorée (*Leuciscus idus melanotus*) (Grohmann et Sobhani, 1980). On a constaté que lorsque la dureté de l'eau était décuplée (de 20 à 250  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ), la  $CL_{50-48}$  h mesurée pour le poisson *Rasbora heteromorpha* augmentait (passant de 5000 à 60 000  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) (Alabaster, 1969).

Les poissons sont plus sensibles à l'octanoate qu'au phénol. Ainsi, les  $CL_{50-96}$  h pour la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) après exposition à l'octanoate et au phénol étaient de 100 et de 2000  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , respectivement (Rhône-Poulenc, 1981a, 1985a). De même, on a obtenu chez le crapet arlequin (*Lepomis macrochirus*), après des expositions à l'octanoate et au phénol, des  $CL_{50-96}$  h de 61 et de 4000  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , respectivement (Rhône-Poulenc, 1981b, 1985b).

Les données sur la toxicité chronique du bromoxynil pour les poissons sont peu nombreuses. Des têtes-de-boule (*Pimephales promelas*) exposés à l'octanoate pendant 35 jours affichaient une CMEO et une CSEO de 5,7 et de 3,4  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , respectivement (Rhône-Poulenc, 1991c). Des embryons et des larves de tête-de-boule exposés à de l'octanoate de bromoxynil pendant 21 jours présentaient une CSEO de 9,0  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  (Rhône-Poulenc, 1987).

L'octanoate de bromoxynil semble également plus toxique que le bromoxynil phénolique pour les invertébrés. Ainsi, la puce d'eau (*Daphnia magna*) affiche des  $CE_{50-48}$  h de 110 et de 19 000  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  pour l'octanoate et le phénol, respectivement (Rhône-Poulenc, 1981c, 1985c). Après des expositions de 21 jours, la CSEO et la CMEO pour l'octanoate de bromoxynil s'établissaient à 2,5 et à 5,9  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , tandis que la CSEO et la CMEO pour le bromoxynil phénolique étaient de 3100 et de 9800  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , respectivement (Rhône-Poulenc, 1991d, 1991e). Des amphipodes (*Hyalella azteca*) emprisonnés dans des étangs de prairies humides présentaient un taux élevé de mortalité à des concentrations de plus de 52,1  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  d'un mélange d'octanoate et de butyrate dans un rapport de 1:1, concentrations qui n'ont toutefois eu aucun effet sur les populations naturelles de *H. azteca* ou d'autres invertébrés aquatiques (Muir et coll., 1991). On a évalué à 16,8  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  la  $CL_{50-50}$  h.



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

Pour le bromoxynil phénolique, les  $CI_{50-30}$  j fondées sur l'inhibition de croissance des algues vertes (Chlorophytes) varient entre  $500 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  (*Hormidium barlowi*) et plus de  $10\,000 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  chez 13 autres espèces (Cullimore, 1975). Seules des concentrations extrêmement élevées de bromoxynil phénolique ( $277\,000 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) peuvent inhiber complètement la croissance (paramètre mesuré par dénombrement cellulaire) de *Chlamydomonas eugametos* (Hess, 1980). La lentille d'eau (*Lemna gibba*) présentait une  $CI_{50-5}$  j de  $250 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  pour l'octanoate de bromoxynil (Rhône-Poulenc, 1990b).

Comme l'ester octanoate est plus toxique que la forme phénolique, mais beaucoup moins persistant, la recommandation peut être élaborée soit à partir d'une étude de toxicité aiguë sur l'ester octanoate, soit à partir d'une étude de toxicité chronique sur le bromoxynil phénolique (selon la méthode la plus sensible). À la lumière de ces critères, on a attribué à la CMEO du bromoxynil la valeur établie pour l'octanoate ( $100 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) chez la truite arc-en-ciel (Rhône-Poulenc, 1981b). En multipliant cette valeur par un facteur de sécurité de 0,05, on obtient une recommandation pour la qualité des eaux de  $5,0 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  (CCME, 1991, 1993). Cette valeur se rapporte à la concentration totale de bromoxynil phénolique et de ses dérivés dans l'eau.

## Références

- Agriculture Canada. 1989. CAPCO (Canadian Association of Pesticide Control Officials) note on bromoxynil 89-11. Agriculture Canada, Direction des pesticides, Ottawa.
- 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.
- Alabaster, J.S. 1969. Survival of fish in 164 herbicides, insecticides, fungicides, wetting agents and miscellaneous substances. *Int. Pest Control* 11(2):29-35.
- 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 XII — Recommandations pour la qualité des eaux au Canada : mise à jour (avril 1993), bromoxynil, dicamba et diclofop-méthyl, 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.
- Cullimore, D.R. 1975. The *in vitro* sensitivity of some species of Chlorophyceae to a selected range of herbicides. *Weed Res.* 15:401-406.
- Frank, R., B.S. Clegg, B.D. Ripley et H.E. Braun. 1987. Investigations of pesticide contaminations in rural wells, 1979-1984. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 16:9-22.
- Grohmann, A. et P. Sobhani. 1980. Hardness of water and toxicity (en allemand), dans *Method. Toxizitätsprüf. Fischen. Situat. Beurteilung Ber. Kolloq.*, G. Herman, éd.
- Hess, F.D. 1980. A *Chlamydomonas* algal bioassay for detecting growth inhibitor pesticides. *Weed Sci.* 28(5):515-520.
- Kochany, J., G.G. Choudhry et G.R.B. Webster. 1990. Photochemistry of halogenated benzene derivatives. Part IX. Environmental aquatic phototransformation of bromoxynil (3,5-dibromo-4-hydroxybenzotrile). *Pestic. Sci.* 28:69-81.
- Loken. 1988. Determination of octanol/water partition coefficient in organic compounds. HLA 6001-190. Hazleton Laboratories America, Inc. (Cité dans Rhône-Poulenc 1991b.)
- McRae, B. 1991. The characterization and identification of potentially leachable pesticides and areas vulnerable to groundwater contamination by pesticides in Canada. Backgrounder 91-01. Agriculture Canada Direction des pesticides, Ottawa.
- Merck Index: An encyclopedia of chemicals, drugs, and biologicals. 1989. 11<sup>e</sup> éd. Merck and Company Inc., Rahway, NJ.
- Muir, D.C.G. et N.P. Grift. 1987. Herbicide levels in rivers draining two prairie agricultural watersheds (1984). *J. Environ. Sci. Health B22(3):259-284.*
- Muir, D.C.G., D.F. Kenny, N.P. Grift, R.D. Robinson, R.D. Titman et H.R. Murkin. 1991. Fate and acute toxicity of bromoxynil esters in an experimental prairie wetland. *Environ. Toxicol. Chem.* 10:395-406.
- Nalewaja, J.D. et G. Skrzypczak. 1985. Environment and bromoxynil phytotoxicity. *Weed Sci.* 34:101-105.
- Plimmer, J.R. 1970. The photochemistry of halogenated herbicides. *Residue Rev.* 33:47-74.
- Rhône-Poulenc. 1981a. Acute toxicity of bromoxynil octanoate to rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Study No. BW-81-12-1064. Étude élaborée pour Rhône-Poulenc par EG&G, Bionomics, Wareham, MA.
- . 1981b. Acute toxicity of bromoxynil octanoate to bluegill (*Lepomis macrochirus*). Study No. BW-81-12-1063. Étude élaborée pour Rhône-Poulenc par EG&G, Bionomics, Wareham, MA.
- . 1981c. Acute toxicity of bromoxynil octanoate to the water flea (*Daphnia magna*). Study No. BW-81-12-1071. Étude élaborée pour Co Rhône-Poulenc par EG&G, Bionomics, Wareham, MA.
- . 1985a. Acute toxicity of bromoxynil phenol to rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Study No. 565-0285-6110-103. Étude élaborée pour Rhône-Poulenc par Springborn Bionomics, Inc., Wareham, MA.
- . 1985b. Acute toxicity of bromoxynil phenol to bluegill (*Lepomis macrochirus*). Study No. 565-0285-6110-100. Étude élaborée pour Rhône-Poulenc par Springborn Bionomics, Inc., Wareham, MA.
- . 1985c. Acute toxicity of bromoxynil phenol to daphnids (*Daphnia magna*). Study No. 565-0285-6110-110. Étude élaborée pour Rhône-Poulenc par Springborn Bionomics, Inc., Wareham, MA.
- . 1987. The toxicity of bromoxynil octanoate to fathead minnows (*Pimephales promelas*) embryos and larvae. Study No. 565-1084-6106-120. Étude élaborée pour Rhône-Poulenc par Springborn Bionomics, Inc., Wareham, MA.
- . 1990a. Hydrolysis of [phenyl(U)-<sup>14</sup>C]bromoxynil octanoate in aqueous solutions buffered at pH 5, 7 and 9. Study number EC-90-107. Étude élaborée pour Rhône-Poulenc par Innovative Scientific Services, Inc., Piscataway, NJ.
- . 1990b. Bromoxynil octanoate toxicity to the duckweed *Lemna gibba* G3. Study No. 10566-1089-6142-410. Étude élaborée pour Rhône-Poulenc par Springborn Laboratories, Inc., Wareham, MA.
- . 1991a. Photodegradation of [phenyl(U)-<sup>14</sup>C] bromoxynil octanoate in aqueous solution buffered at pH 5 under artificial sunlight. Study number EC-91-145. Étude élaborée pour Rhône-Poulenc par Innovative Scientific Services, Inc., Piscataway, NJ.

- . 1991b. Analysis of the environmental fate of bromoxynil octanoate applied to corn in a standard farm pond setting. Job Number ROPC0011. Préparé par HydroQual, Inc., Mahwah, NJ.
- . 1991c. (Bromoxynil octanoate)—toxicity to fathead minnow (*Pimephales promelas*) embryos and larvae. SLI Report #91-4-3719, SLI Study #10566.0990.6167.120. Étude élaborée pour Rhône-Poulenc par Springborn Laboratories, Inc., Wareham, MA.
- . 1991d. (Bromoxynil octanoate)—chronic toxicity to daphnids (*Daphnia magna*) under flow-through conditions. SLI Report #91-4-3718, SLI Study #10566.0990.6166.130. Étude élaborée pour Rhône-Poulenc par Springborn Laboratories, Inc., Wareham, MA.
- . 1991e. Influence of bromoxynil phenol on the reproduction of *Daphnia magna*. RCC Project 250312. Étude élaborée pour Rhône-Poulenc par RCC Umweltchemie GmbH & Co. KG, Roßdorf, F.R.G. SEPS (Saskatchewan Environment and Public Safety). 1990. ESQUADAT computer printout. Water Quality Branch, Regina.
- USEPA (U.S. Environmental Protection Agency). 1984. Health and environmental effects profile for bromoxynil octanoate. EPA/600/X-84/227. USEPA, Office of Health and Environmental Assessment, Office of Research and Development, Cincinnati, OH.
- Waite, D.T., R. Grover, N. Westcott, H. Sommerstad et L. Kerr. 1992. Pesticides in groundwater, surface water and spring run-off in a small Saskatchewan watershed. Environ. Toxicol. Chem. 11:741-748.

Comment citer ce document :

Conseil canadien des ministres de l'environnement. 1999. Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique — bromoxinil, 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 : [sppcme@chc.gov.mb.ca](mailto:sppcme@chc.gov.mb.ca)