



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

## CHLOROTHALONIL

Le chlorothalonil ( $C_8Cl_4N_2$ ) est un fongicide foliaire non systémique dont les nom et numéro CAS sont 2,4,5,6-tétrachloro-1,3-benzènedicarbonitrile et 1897-45-6, respectivement (Tomlin, 1994). À l'origine, en 1966, le chlorothalonil a été homologué sous les noms commerciaux Daconil 2787, Bravo, Nopocide, Nuocide, C-I-L et Exotherm Termil Protectant Fongicide Formulation.

Le chlorothalonil est utilisé pour détruire les pathogènes fongiques du chou, du brocoli, du chou-fleur, du chou de Bruxelles, de la carotte, du céleri, du concombre, du melon, de la pomme de terre, de la tomate, de la courge, du gazon, des plantes ornementales et des conifères. Il est aussi utilisé comme agent de préservation dans les peintures au latex (Agriculture et Agro-alimentaire Canada, 1997).

Le chlorothalonil est surtout utilisé au Nouveau-Brunswick, en Nouvelle-Écosse, à l'Île-du-Prince-Édouard, en Ontario et au Manitoba. En 1992, 7565 kilogrammes de matière active ont été vendus au Nouveau-Brunswick (K. Browne, 1993, ministère de l'Environnement du Nouveau-Brunswick, comm. pers.). En 1988, on a utilisé 78 470 kilogrammes de chlorothalonil en Ontario (Moxley, 1989). En 1982, 5120 kilogrammes de matière active ont été utilisés au Nouveau-Brunswick, tandis que 1150 et 23 520 litres ont été utilisés en Nouvelle-Écosse et à l'Île-du-Prince-Édouard, respectivement (Monenco, 1984).

La contamination du milieu aquatique par le chlorothalonil peut être causée par l'épandage direct ou par des voies indirectes, notamment les brouillards de pulvérisation et les eaux de ruissellement. Dans les milieux aquatiques du Canada, on a enregistré des concentrations de chlorothalonil variant entre  $0,005 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  (O'Neill et coll., 1992) et  $272,2 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  (Krawchuk et Webster, 1987).

Davies (1988) a étudié l'incidence des poissons, des algues, de la température, de la concentration de soluté et de l'aération sur le devenir du chlorothalonil dans les eaux courantes. Davies (1988) a constaté que 64,4 à 95,2 % de la concentration initiale de  $20 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  était associée à des particules. La vitesse de dissipation augmentait en proportion de la température, tant dans les eaux stagnantes

que dans les eaux aérées, en présence de roches et d'algues. Une hausse de température de  $5^\circ\text{C}$  à  $15^\circ\text{C}$  réduisait la demi-vie de 150 à 80 heures, dans les eaux stagnantes, et de 13,9 à 7,7 heures, dans les eaux aérées. La seule aération (en l'absence de roches et d'algues) avait pour effet de faire passer la demi-vie de 80 à 101,3 heures dans des eaux courantes à  $15^\circ\text{C}$ , ce qui permet de supposer que le chlorothalonil adsorbé à la surface des particules en suspension ne se volatilise pas sous l'effet de l'aération. Le chlorothalonil présente en effet un coefficient de partage air-eau d'à peine  $8,0 \times 10^{-6}$ , ce qui signifie que la quantité de produit en phase vapeur est faible (Kawamoto et Urano, 1989).

La présence d'algues et de poissons a considérablement accéléré la disparition du chlorothalonil et l'apparition de métabolites polaires dans la solution. Une analyse des résidus absorbés par les algues a permis d'obtenir un facteur de bioconcentration de 270, ce qui correspond à 9,5 % de la concentration initiale. On a estimé la vitesse moyenne de dégradation à  $3,4 \mu\text{g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  d'algues (pf). En présence de poissons (*Galaxias auratus*), la vitesse de disparition était 25 fois plus élevée, et la vitesse d'apparition de métabolites polaires (on a supposé qu'il s'agissait essentiellement de DS-3701) triplait. Les plus faibles demi-vies ont été enregistrées dans les eaux aérées renfermant des poissons (4,3 h) et les eaux aérées renfermant des roches et des algues (4,4 h) (Davies, 1988).

Dans les eaux qui présentent un pH inférieur à 8,0, l'hydrolyse est négligeable. Lorsque le pH est supérieur à 8,0, l'hydrolyse décompose 1,8 % du produit par jour. Dans des eaux présentant un pH de 9,0, le chlorothalonil se décomposait par hydrolyse en DS-3701 et en 3-cyano-2,4,5,6-tétrachlorobenzamide, affichant une demi-vie de 38,1 jours (Szalkowski et Stallard, 1977). Ernst et coll.

**Tableau 1. Recommandations pour la qualité des eaux établies pour le chlorothalonil aux fins de la protection de la vie aquatique (CCME, 1994).**

Vie aquatique	Recommandation ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ )
Dulcicole	0,18*
Marine	0,36*

\*Recommandation provisoire.

(1991) ont estimé à 30 heures la demi-vie du produit dans de l'eau douce présentant un pH de 6,5 à 7,4 et une dureté totale de 12,3 mg·L<sup>-1</sup>.

ISK Biotech (1991) a mené une étude sur la dégradation métabolique aérobie du chlorothalonil dans de l'eau douce et de l'eau de mer contenant des sédiments (rapport de 9:1) présentant une température de 25 °C et une concentration de 600 µg·L<sup>-1</sup>. La dégradation était non linéaire, le TD<sub>50</sub> (temps nécessaire pour obtenir une dissipation de 50 %) s'établissant à moins de 2 heures, mais des résidus décelables sous la forme du composé d'origine persistaient après 30 jours dans une mesure correspondant à environ 1,6 % (9,5 µg·L<sup>-1</sup>), dans l'eau douce, et à environ 2,6 % (16 µg·L<sup>-1</sup>), dans l'eau de mer, de la dose initiale. Walker et coll. (1988) ont étudié la dégradation biotique et abiotique dans des eaux estuariennes dans une épreuve in vitro ainsi que dans des systèmes aquatiques et sédimentaires. Le devenir du produit dans des milieux marins simulés et dans des systèmes d'eau douce était comparable. Les demi-vies du chlorothalonil étaient de 10, de 8 à 9 et de 3 jours dans de l'eau stérile, de l'eau non stérile et dans une boue de sédiments non stérile, respectivement. Ces résultats donnent à penser que l'activité microbienne constitue l'un des principaux mécanismes de décomposition du chlorothalonil dans les milieux marins.

### Élaboration des recommandations pour la qualité des eaux

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

### Vie dulcicole

Chez les poissons, les valeurs de toxicité aiguë (CL<sub>50</sub>-96 h) variaient entre 10,5 et 195 µg·L<sup>-1</sup>, pour la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) (Davies, 1987; ISK Biotech, 1990). Des tests de toxicité avec renouvellement continu menés sur *O. mykiss* ont montré qu'une baisse de la teneur en oxygène dissous de 8,0 à 5,1 mg·L<sup>-1</sup> avait un effet synergique sur la toxicité, ramenant la CL<sub>50</sub>-96 h de 17,1 à 10,5 µg·L<sup>-1</sup> (Davies, 1987).

Dans des études de toxicité chronique, Davies et Cook (1986) ont exposé pendant 10 jours *O. mykiss* et *Pseudaphritis urvillii*, un poisson indigène de l'Australie,

à des concentrations atteignant 8,2 µg·L<sup>-1</sup>. Chez la truite arc-en-ciel, on a observé une baisse appréciable des teneurs en ARN et en ADN à une concentration de 8,2 µg·L<sup>-1</sup> ainsi qu'une augmentation du glutathion hépatique à des concentrations supérieures ou égales à 1,4 µg·L<sup>-1</sup>. On a enregistré une CMEO (fondée sur une activité intensifiée de la glutathion-S-transférase) de 1,4 µg·L<sup>-1</sup>, valeur qui est toutefois revenue aux niveaux obtenus chez les témoins à une concentration de 8,2 µg·L<sup>-1</sup>. La CMEO (fondée sur un accroissement de la demande d'oxygène) mesurée pour *P. urvillii* était de 0,3 µg·L<sup>-1</sup>.

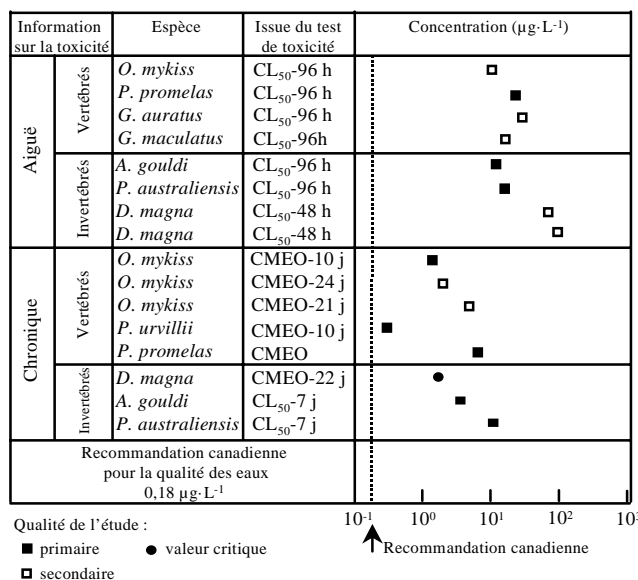


Figure 1. Données choisies sur la toxicité du chlorothalonil pour les organismes d'eau douce.

ISK Biotech (1989a) a mesuré une CMEO et une CSEO de 21 jours de 4,9 et de 2,3 µg·L<sup>-1</sup>, respectivement, pour ce qui est du taux de mortalité et des effets sur le comportement du chlorothalonil formulé (40,4 % de matière active) chez *O. mykiss*. Des résultats comparables ont été obtenus par Davies (1987), qui a conclu qu'une exposition chronique à de faibles concentrations de chlorothalonil (1 à 5 µg·L<sup>-1</sup>) entraînait une altération grave du fonctionnement des branchies. Après avoir exposé des têtes-de-boule pendant toute la durée de leur cycle biologique (d'une ponte à la suivante), on a observé une diminution importante du nombre d'œufs par frai, du taux d'éclosion des œufs et du taux de survie des alevins à des concentrations supérieures ou égales à 6,5 µg·L<sup>-1</sup> (CMEO) et mesuré une CSEO (reproduction) de 3,0 µg·L<sup>-1</sup> (ISK Biotech, 1980).

Chez les invertébrés, les valeurs de sensibilité variaient entre  $1,8 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  et plus de  $10\,000 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ . L'invertébré le plus sensible, *Daphnia magna*, présentait une CME0 et une CSEO de 22 jours (immobilisation) de  $1,8$  et de  $10\,000 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , respectivement, après exposition à du chlorothalonil formulé (ISK Biotech, 1989b).

On a exposé la crevette d'eau douce *Paratya australiensis*, le homard d'eau douce *Astacopsis gouldi*, l'isopode *Colubotelson chiltoni minor* et l'amphipode *Neoniphargus* sp. à des concentrations variant entre  $0,3$  et  $38,5 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  et enregistré des  $\text{CL}_{50-7 \text{ j}}$  de  $10,9$ , de  $3,6$ , de plus de  $40$  et de plus de  $40 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , respectivement (Davies et Cook, 1986). Chez la crevette d'eau douce, on a mesuré une CMAT (fondée sur des teneurs élevées en glutathion-S-transférase dans tout l'organisme) de  $0$  à  $0,3 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ .

Chez les algues, on a enregistré une  $\text{CL}_{50-96 \text{ h}}$  de  $525 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  et une CME0 de  $160 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  pour *Scenedesmus subspicatus* après exposition à une préparation de Daconil 2787 Extra (ISK Biotech, 1989c). Ernst et coll. (1993) ont mesuré une  $\text{CI}_{50-7 \text{ j}}$  de  $8500 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  chez *Selenastrum capricornutum*.

Les deux espèces réputées les plus sensibles, selon la documentation, sont *P. urvillii*, qui affiche une CME0 de  $0,3 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , et la truite arc-en-ciel, qui présente une CME0 de  $1,4 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  (Davies et Cook, 1986). *P. urvillii* n'est pas observé au Canada, et certains estiment que les paramètres toxicologiques utilisés pour la truite-arc-en-ciel (activité de la glutathion-S-transférase) ne sont pas valables. Compte tenu de ce qui précède et mis à part ces deux espèces, l'espèce qui montre la plus grande sensibilité est *D. magna*, qui présente une CME0-22 j de  $1,8 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  (ISK Biotech, 1989b). En multipliant cette valeur par un facteur de sécurité de  $0,1$  établi aux fins des études de toxicité chronique, on obtient pour le chlorothalonil une recommandation provisoire pour la qualité des eaux visant la protection de la vie dulcicole de  $0,18 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  (CCME, 1994). Cette valeur se rapporte à la concentration totale de chlorothalonil et de son dérivé 4-hydroxylé (DS-3701).

## Vie marine

Chez les poissons, les valeurs de toxicité aiguë ( $\text{CL}_{50-96 \text{ h}}$ ) variaient entre  $27$  et  $4700 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , pour l'épinoche à trois épines (Ernst et coll., 1993). Chez les invertébrés, ces valeurs variaient entre une

$\text{CE}_{50-96 \text{ h}}$  (fondée sur une inhibition de la croissance de la coquille) de  $7,3 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , pour l'huître (*Crassostrea virginica*) (ISK Biotech, 1983) et une  $\text{CL}_{50-96 \text{ h}} + 10 \text{ j}$  de  $34\,780 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , pour la mye (Ernst et coll., 1991). Le chlorothalonil et le DS-3701 se sont révélés relativement non toxiques pour la bactérie *Photobacterium phosphoreum* dans un test Microtox (Ernst et coll., 1993). Leurs  $\text{CI}_{50-30 \text{ min}}$  s'établissaient comme suit : plus de  $25\,000 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  et entre  $75\,000$  et  $150\,000 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , respectivement.

La recommandation provisoire pour la qualité des eaux visant la protection de la vie marine établie pour le chlorothalonil est de  $0,36 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  (CCME, 1994). On a calculé cette valeur en multipliant par un facteur de sécurité de  $0,05$  (étude de toxicité aiguë, substance non persistante) la  $\text{CE}_{50-96 \text{ h}}$  de  $7,3 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  obtenue chez l'huître (inhibition de la croissance de la coquille) (ISK Biotech, 1983) (CCME, 1991).

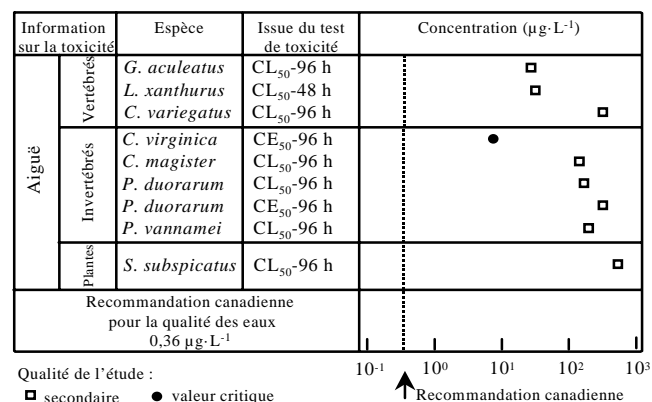


Figure 2. Données choisies sur la toxicité du chlorothalonil pour les organismes marins.

## 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.
- CCME (Conseil canadien des ministres de l'environnement). Annexe IX — 1991. 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.]
- . 1994. Annexe XVII — Recommandations pour la qualité des eaux au Canada: mise à jour (mars 1994), chlorothalonil, 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.
- Davies, P.E. 1987. Physiological, anatomic and behavioural changes in the respiratory system of *Salmo gairdneri* Rich. on acute and chronic exposure to chlorothalonil. *Comp. Biochem. Physiol. C.* 88(1):113–119.
- . 1988. Disappearance rates of chlorothalonil (TCIN) in the aquatic environment. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 40: 405–409.
- Davies, P.E. et L.S.J. Cook. 1986. Sublethal effects of pesticides on selected species of freshwater fish and crustaceans from southern Australia. Australian Water Research Advisory Council Project No. 86/18.
- Ernst, W., K. Doe, P. Jonah, J. Young, G. Julien et P. Hennigar. 1991. The toxicity of chlorothalonil to aquatic fauna and the impact of its operational use on a pond ecosystem. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 21:1–9.
- Ernst, W.R., J.D.A. Vaughan, A.L. Huybers, K.G. Doe et P.A. Hennigar. 1993. The toxicity of chlorothalonil and its 4-hydroxy metabolite to selected aquatic species. Environnement Canada, Service de la protection de l'environnement, Conservation et Protection, Dartmouth, NS. Inédit.
- ISK Biotech. 1980. A chronic study in the fathead minnow (*Pimephales promelas*) with technical chlorothalonil. 090-5TX-79-0049-003 DS-2787. ISK Biotech Corporation, Mentor, OH.
- . 1983. Flow-through, acute oyster shell deposition study with technical chlorothalonil. 537-5TX-82-0133-003. ISK Biotech Corporation, Mentor, OH.
- . 1989a. Toxicity of DACONIL 2787 Extra to rainbow trout (*Salmo gairdnerii*) by longer exposure (21 days). ISK Biotech Corporation, Mentor, OH.
- . 1989b. *Daphnia magna*, reproduction test with DACONIL Extra. RCC Notox Project 025751. ISK Biotech Corporation, Mentor, OH.
- . 1989c. Acute toxicity of DACONIL 2787 Extra to *Scenedesmus subspicatus* OECD-algae growth inhibition test. RCC Project 258085. ISK Biotech Corporation, Mentor, OH.
- . 1990a. DACONIL 2787 Extra: 96-hour acute toxicity study (LD<sub>50</sub>) in the rainbow trout. RCC Project 258052. ISK Biotech Corporation, Mentor, OH.
- . 1991b. An aerobic aquatic soil metabolism study with <sup>14</sup>C-Chlorothalonil. 3163-90-0240-EF-001. ISK Biotech Corporation, Mentor, OH.
- Kawamoto, K. et K. Urano. 1989. Parameters for predicting fate of organochlorine pesticides in the environment (I) octanol-water and air-water partition coefficients. *Chemosphere* 18(9/10):1987–1996.
- Krawchuk, B.P. et G.R.B. Webster. 1987. Movement of pesticides to ground water in an irrigated soil. *Water Pollut. Res. J. Can.* 22(1): 129–146.
- Monenco. 1984. Atlantic provinces agricultural pesticide review. Service canadien de la faune, Région de l'Atlantique, Sackville, NB. (Cité dans O'Neill et al. 1992.)
- Moxley, J. 1989. Survey of pesticide use in Ontario, 1988: Estimates of pesticides used on field crops, fruits and vegetables. Economics Information Report No. 89-08. Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, Toronto.
- O'Neill, H.J., P. Milburn, D.A. Léger, J. MacLeod et J. Richards. 1992. A screening survey for chlorothalonil residues in waters proximal to areas of intensive agriculture. *Can. Water Resour. J.* 17(1):7–19.
- Szalkowski, M.B. et D.E. Stallard. 1977. Effect of pH on hydrolysis of chlorothalonil. *J. Agric. Food Chem.* 25: 208–210.
- Tomlin, C. (éd.). 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.
- Walker, W.W., C.R. Cripe, P.H. Pritchard et A.W. Bourquin. 1988. Biological and abiotic degradation of xenobiotic compounds in *in vitro* estuarine water and sediment/water systems. *Chemosphere* 17(12): 2255–2270.

Comment citer ce document :

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