



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

CHLORDANE

Le chlordane est un pesticide organochloré synthétique qui a été utilisé au Canada du milieu des années 1940 jusqu'aux années 1980 pour lutter contre différents insectes ravageurs. Le chlordane de qualité technique est composé essentiellement de deux isomères (α -[cis] chlordane et γ -[trans] chlordane) ainsi que de petites quantités d'heptachlore et d'autres stéréoisomères du chlordane (Dearth et Hites, 1991). Aux termes de la *Loi sur les produits antiparasitaires*, l'homologation du chlordane a été révoquée et son utilisation, abandonnée le 1^{er} janvier 1991. Environnement Canada a en outre classé le chlordane parmi les substances de voie 1 parce qu'il est persistant et bioaccumulable, que son rejet dans l'environnement découle principalement de l'activité humaine et qu'il est jugé toxique aux termes de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (Environnement Canada, 1997).

Le chlordane a pénétré dans les systèmes aquatiques surtout par l'intermédiaire des eaux de ruissellement provenant des terres traitées et des brouillards de pulvérisation ainsi que par dépôt après volatilisation et transport atmosphérique. En raison de son hydrophobie et de son affinité avec la matière organique, le chlordane présent dans les systèmes aquatiques tend à s'associer aux particules et à s'accumuler dans les matériaux de fond. Comme les matériaux de fond sont habités ou fréquentés par divers organismes, ils constituent une voie importante d'exposition du biote aquatique. On peut s'appuyer sur les recommandations provisoires pour la qualité des sédiments (RPQS) et les concentrations produisant un effet probable (CEP) établies pour le chlordane pour évaluer dans quelle mesure une exposition au chlordane contenu dans les sédiments est susceptible de produire des effets biologiques néfastes.

Les RPQS et les CEP canadiennes pour le chlordane ont été établies à l'aide d'une variante de la démarche du National Status and Trends Program, démarche décrite dans le document du CCME (1995) (tableau 1). Les RPQS et les CEP se rapportent aux concentrations totales de chlordane (α et γ) dans les sédiments de surface (couche supérieure de 5 cm), quantifiées par digestion à l'aide d'un solvant organique (p. ex., 1:1 acétone:hexane) et analysées au moyen d'un protocole normalisé.

La majorité des données utilisées pour élaborer les RPQS et calculer les CEP pour le chlordane proviennent d'études qui ont été réalisées sur des sédiments prélevés sur le terrain et qui ont permis de mesurer les concentrations de chlordane et d'autres produits chimiques ainsi que leurs effets biologiques. Des données sur les effets biologiques de différentes concentrations de chlordane dans les sédiments sont compilées dans la Biological Effects Database for Sediments (BEDS) (Environnement Canada, 1998). Les ensembles de données sur la teneur en chlordane des sédiments d'eau douce et des sédiments marins sont vastes : celui relatif aux sédiments d'eau douce renferme 50 entrées sur des concentrations entraînant un effet et 263 entrées sur des concentrations à effet nul ; l'autre relatif aux sédiments marins compte 25 entrées sur des concentrations entraînant un effet et 178 entrées sur des concentrations à effet nul (figures 1 et 2). Les deux ensembles de données portent sur une vaste gamme de concentrations de chlordane, de types de sédiments et de mélanges de produits chimiques. Selon une évaluation du pourcentage des entrées sur des concentrations de chlordane qui entraînent un effet et se situent sous les RPQS, entre les RPQS et les CEP et au-dessus des CEP (figures 1 et 2), ces valeurs définissent trois plages de concentrations chimiques : les concentrations ayant rarement, parfois ou souvent des effets biologiques néfastes (Environnement Canada, 1998).

Toxicité

Les effets biologiques néfastes répertoriés pour le chlordane dans la BEDS comprennent une diminution de la diversité des invertébrés benthiques, une baisse de

Tableau 1. Recommandations provisoires pour la qualité des sédiments (RPQS) et concentrations produisant un effet probable (CEP) établies pour le chlordane ($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ps).

	Sédiments d'eau douce	Sédiments marins et estuariens
RPQS	4,50	2,26
CEP	8,87	4,79

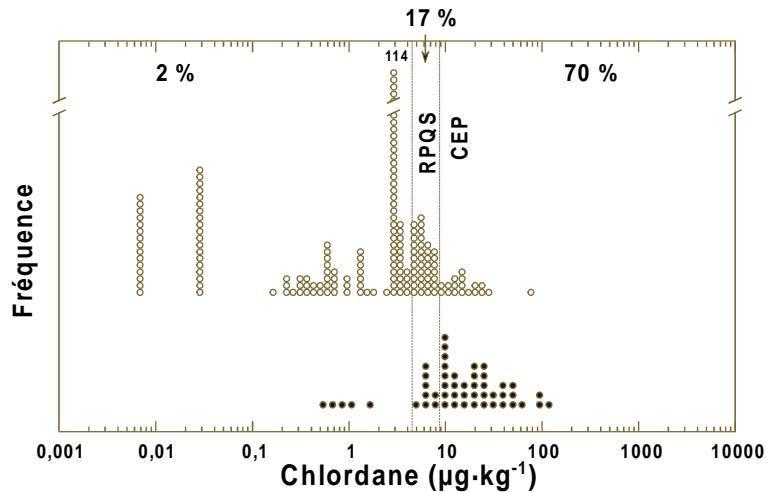


Figure 1. Distribution des concentrations de chlordane dans les sédiments d'eau douce, qui entraînent (●) ou non (○) des effets biologiques néfastes. Les pourcentages indiquent la proportion des concentrations ayant des effets dans les plages qui se situent en deçà de la RPQS, entre la RPQS et la CEP et au-dessus de la CEP.

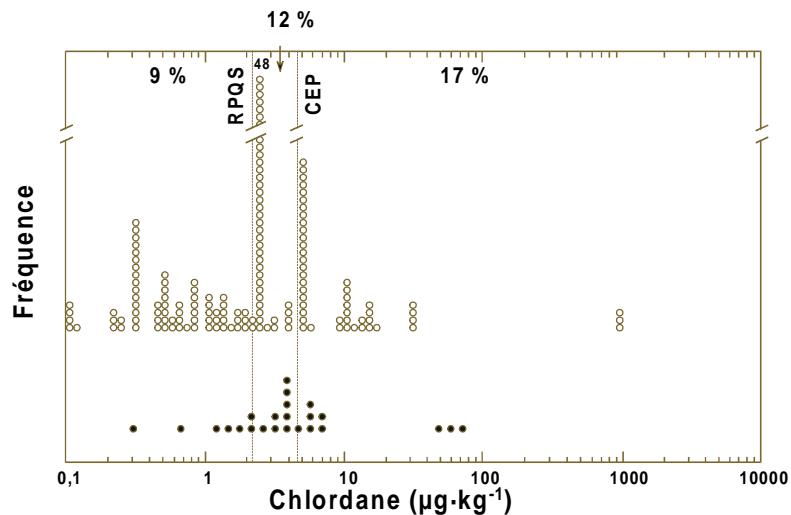


Figure 2. Distribution des concentrations de chlordane dans les sédiments marins et estuariens, qui entraînent (●) ou non (○) des effets biologiques néfastes. Les pourcentages indiquent la proportion des concentrations ayant des effets dans les plages qui se situent en deçà de la RPQS, entre la RPQS et la CEP et au-dessus de la CEP.

l'abondance, un accroissement de la mortalité ainsi que des modifications comportementales (Environnement Canada, 1998, annexes VIa et VIb). Ainsi, la diversité des espèces benthiques et l'abondance des chironomidés dans le port de Toronto (lac Ontario) étaient faibles aux endroits où la concentration moyenne de chlordane s'établissait à $10,5 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, valeur qui dépasse la CEP pour les sédiments d'eau douce (Jaagumagi, 1988; Jaagumagi et coll., 1989). En revanche, la diversité des espèces benthiques et l'abondance des chironomidés étaient plus grandes aux endroits où l'on enregistrait une concentration moyenne de $3 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, valeur qui se situe en deçà de la RPQS pour les sédiments d'eau douce (Jaagumagi, 1988; Jaagumagi et coll., 1989). De même, on a observé une baisse notable de la fécondation dans *Arbacia punctulata*, un oursin, dans la baie de Tampa, en Floride, à une concentration moyenne de $5,37 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, valeur supérieure à la CEP pour les sédiments marins (Long et Morgan, 1990). Aucun effet n'a toutefois été observé dans les sédiments qui présentaient une concentration moyenne de $1,2 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, valeur qui se situe en deçà de la RPQS pour les sédiments marins (Long et Morgan, 1990).

Des tests de toxicité des sédiments avec dopage ont révélé que le chlordane commençait à être toxique pour les organismes benthiques à des concentrations plus élevées que celles qui ont été observées dans les études sur le terrain. Cet écart est probablement attribuable aux temps d'exposition plus courts des études en laboratoire ainsi qu'à l'exposition des organismes au seul chlordane et non à des mélanges de produits chimiques renfermant du chlordane (Environnement Canada, 1998). Ainsi, McLeese et Metcalfe (1980) ont enregistré une CL_{50-96 h} de $120 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ pour *Crangon septemspinosa*, une crevette marine. De même, Roper et Hickey (1994) ont évalué à $238 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ la CL_{50-10 j} du chlordane technique pour *Macomona liliana*, un bivalve marin. Cependant, dans un test de toxicité sublétale, ces derniers ont constaté que le mouvement des coquillages hors des sédiments dopés était considérablement inhibé à une concentration de $20 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Les résultats des tests de toxicité des sédiments d'eau douce et des sédiments marins avec dopage indiquent que les concentrations de chlordane qui entraînent des effets néfastes sont toujours supérieures aux RPQS, ce qui confirme que les recommandations énoncées ci-dessus correspondent à des concentrations en deçà desquelles des effets biologiques néfastes seront rarement observés. Ces études fournissent par ailleurs une preuve supplémentaire

que les concentrations toxiques de chlordane dans les sédiments sont équivalentes ou supérieures aux CEP, ce qui permet de conclure que des effets néfastes sont davantage susceptibles d'être observés lorsque les concentrations de chlordane dépassent les CEP (Environnement Canada, 1998). Les RPQS et les CEP fixées pour le chlordane devraient donc constituer de précieux outils d'évaluation de l'incidence écotoxicologique de cette substance dans les sédiments.

Concentrations

À l'heure actuelle, il existe peu de données sur les concentrations de chlordane dans les sédiments d'eau douce et les sédiments marins. Au Canada, les concentrations de chlordane dans les sédiments lacustres et fluviatiles (eau douce) varient entre un point situé sous le seuil de détection et un maximum de $664 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ mesuré en Nouvelle-Écosse (Environnement Canada, 1998). Dans les sédiments marins et estuariens, ces concentrations varient entre un point situé sous le seuil de détection et la concentration de $2,7 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ enregistrée dans l'estuaire du Saint-Laurent, au Québec (Environnement Canada, 1998). Dans les systèmes marins et les systèmes d'eau douce, les concentrations d'α- et de γ-chlordane sont comparables. Le chlordane se dégrade par ailleurs lentement dans les sédiments aquatiques (Eisler, 1990); l'élimination des sources locales devrait donc, avec le temps, déterminer une diminution progressive des concentrations.

Autres considérations

Quelle que soit l'origine de la teneur en chlordane des sédiments, des concentrations élevées de cette substance peuvent avoir un effet néfaste sur les organismes aquatiques exposés. On ne peut prédire avec certitude les effets biologiques défavorables qu'entraînera une exposition au chlordane en se fondant uniquement sur les données relatives aux concentrations, surtout dans les plages qui se situent entre les RPQS et les CEP (figures 1 et 2). La probabilité qu'une exposition au chlordane en un endroit donné produise des effets biologiques néfastes est étroitement liée à la sensibilité de chaque espèce exposée et aux paramètres examinés ainsi qu'à divers facteurs physicochimiques (p. ex., température et pH), géochimiques (p. ex., granulométrie des sédiments et teneur en COT) et biologiques (p. ex., comportement alimentaire et vitesse d'absorption) qui agissent sur la

biodisponibilité du chlordane (Environnement Canada, 1998).

Les organismes benthiques sont exposés, par contact superficiel et ingestion de sédiments, au chlordane particulaire et dissous dans les eaux interstitielles et sus-jacentes, ainsi qu'au chlordane lié aux sédiments. On croit que le chlordane dissous dans les eaux interstitielles et sus-jacentes constitue la forme la plus facilement assimilable de cette substance pour les organismes associés aux sédiments, et sa biodisponibilité présente une bonne corrélation avec la toxicité (Adams et coll., 1985; Di Toro et coll., 1991). Lorsqu'on compare différents sédiments présentant les mêmes concentrations de chlordane total, on constate qu'une plus faible quantité de chlordane est dissoute dans l'eau interstitielle des sédiments à forte teneur en COT (Karickhoff, 1984; Shea, 1988). Le COT peut donc réduire la biodisponibilité du chlordane lié aux sédiments et, par conséquent, sa toxicité pour les organismes benthiques. Il faut tenir compte des facteurs physico-chimiques, géochimiques et biologiques qui ont une incidence sur la biodisponibilité lorsqu'on évalue les répercussions biologiques potentielles du chlordane contenu dans les sédiments (Environnement Canada, 1998).

On ne peut, à l'heure actuelle, prédire avec certitude dans quelle mesure le chlordane sera assimilable en des endroits donnés en se fondant sur les caractéristiques physico-chimiques des sédiments ou sur les particularités des organismes endémiques (Environnement Canada, 1998). Quoi qu'il en soit, un examen approfondi des données disponibles indique que la fréquence des effets biologiques néfastes d'une exposition au chlordane augmente en raison directe de la concentration dans une gamme précise de types de sédiments (figures 1 et 2). Les RPQS et les CEP pour le chlordane seront donc utiles pour évaluer l'importance écotoxicologique de cette substance dans les sédiments.

Références

- Adams, W.J., R.A. Kimerle et R.G. Mosher. 1985. Aquatic safety assessment of chemicals sorbed to sediments, dans *Aquatic toxicology and hazard assessment: Seventh symposium*, R.D. Cardwell, R. Purdy et R.C. Bahner, éds. American Society of Testing and Materials, Philadelphie.
- CCME (Conseil canadien des ministres de l'environnement). 1995. Protocole pour l'élaboration de recommandations pour la qualité des sédiments en vue de la protection de la vie aquatique. CCME EPC-98F. Préparé par Environnement Canada, Division des recommandations, Secrétariat technique du CCME, Groupe de travail sur les recommandations pour la qualité des eaux. Ottawa. [Repris dans les Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement, chapitre 6, Conseil canadien des ministres de l'environnement, 1999, Winnipeg, MB.]
- Dearth, M.A. et R.A. Hites. 1991. Complete analysis of technical chlordane using negative ionization mass spectrometry. *Environ. Sci. Technol.* 25:245–254.
- Di Toro, D.M., C.S. Zarba, D.J. Hansen, W.J. Berry, R.C. Swartz, C.E. Cowan, S.P. Pavlou, H.E. Allen, N.A. Thomas et P.R. Paquin. 1991. Technical basis for establishing sediment quality criteria for non-ionic organic chemicals using equilibrium partitioning. *Environ. Toxicol. Chem.* 10:1541–1583.
- Eisler, R. 1990. Chlordane hazards to fish, wildlife, and invertebrates: A synoptic review. United States Fish and Wildlife Service, Washington, DC.
- Environnement Canada. 1997. Politique de gestion des substances toxiques — chlordane : justification scientifique. ISBN 0-662-81791-5. Ottawa.
- . 1998. Canadian sediment quality guidelines for chlordane, dieldrin, endrin, heptachlor epoxide, and lindane: Supporting document. Service de la conservation de l'environnement, Direction générale de la science des écosystèmes, Direction de la qualité de l'environnement et de la politique scientifique, Division des recommandations et des normes, Ottawa. Ébauche.
- Jaagumagi, R. 1988. The in-place pollutants program, volume V, partie B. Benthic invertebrates studies results. Ministère de l'environnement de l'Ontario, Direction des ressources en eau, Section de biologie aquatique, Toronto.
- Jaagumagi, R., D. Persaud et T. Lomas. 1989. The in-place pollutants program, volume V, partie A. A synthesis of benthic invertebrates studies. Ministère de l'environnement de l'Ontario, Direction des ressources en eau, Section de biologie aquatique, Toronto.
- Karickhoff, S.W. 1984. Organic pollutant sorption in aquatic systems. *J. Hydraul. Eng.* 110:707–735.
- Long, E.R. et L.G. Morgan. 1990. The potential for biological effects of sediment-sorbed contaminants tested in the National Status and Trends Program. NOS OMA S2. National Oceanic and Atmospheric Administration, Seattle, WA.
- McLeese, D.W. et C.D. Metcalfe. 1980. Toxicities of eight organochlorine compounds in sediment and seawater to *Crangon septemspinosa*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 25:921–928.
- Roper, D.S. et C.W. Hickey. 1994. Behavioural responses of the marine bivalve *Macomona littorea* exposed to copper- and chlordane-dosed sediments. *Mar. Biol.* 118:673–680.
- Shea, D. 1988. Developing national sediment quality criteria. *Environ. Sci. Technol.* 22(11):1256–1261.

Comment citer ce document :

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