



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

## LINDANE (Hexachlorocyclohexane)

Le lindane, c'est-à-dire l'isomère  $\gamma$  de l'hexachlorocyclohexane (HCH), et le HCH proprement dit sont des pesticides organochlorés synthétiques qui sont utilisés au Canada depuis le début des années 1950 pour lutter contre divers insectes ravageurs. Aux termes de la *Loi sur les produits antiparasitaires*, le lindane est actuellement homologué pour certains usages réglementés et peut notamment être utilisé dans les bouillies de pulvérisation antimites, les produits anti-carie et les insecticides ménagers (PISC, 1991). Il faut élaborer des recommandations pour la qualité des sédiments à l'égard de cette substance, car elle est persistante et toxique et peut s'accumuler dans l'environnement (Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire, 1997, Ottawa, comm. pers.).

Le lindane pénètre dans les systèmes aquatiques surtout par l'intermédiaire des eaux de ruissellement provenant des terres traitées, par lessivage du bétail et du bois d'œuvre traités ainsi que par dépôt après volatilisation et transport atmosphérique. En raison de son affinité avec la matière organique, le lindane présent dans les systèmes aquatiques tend à s'associer aux particules et à s'accumuler dans les matériaux de fond. Cependant, cette substance étant hautement hydrosoluble, elle a moins tendance à s'accumuler dans les matériaux de fond que bon nombre d'autres composés organochlorés. Les matériaux de fond étant habités ou fréquentés par un grand nombre d'organismes, ils constituent une voie importante d'exposition pour le biote aquatique.

Les recommandations provisoires pour la qualité des sédiments (RPQS) et les concentrations produisant un effet probable (CEP) pour le lindane 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 lindane 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 lindane proviennent d'études qui ont été réalisées sur des sédiments prélevés sur le

terrain et qui ont permis de mesurer les concentrations de lindane et d'autres produits chimiques ainsi que leurs effets biologiques. Des données sur les effets biologiques de différentes concentrations de lindane dans les sédiments sont compilées dans la Biological Effects Database for Sediments (BEDS) (Environnement Canada, 1998). Les ensembles de données sur la teneur en lindane des sédiments d'eau douce et des sédiments marins sont vastes : celui relatif aux sédiments d'eau douce renferme 22 entrées sur des concentrations entraînant un effet et 279 entrées sur des concentrations à effet nul ; l'autre relatif aux sédiments marins compte 21 entrées sur des concentrations entraînant un effet et 161 entrées sur des concentrations à effet nul (figures 1 et 2). Les deux ensembles de données portent sur une vaste gamme de concentrations de lindane, de types de sédiments et de mélanges de produits chimiques. Selon une évaluation du pourcentage des entrées sur des concentrations 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 lindane dans la BEDS comprennent une diminution de la diversité des invertébrés benthiques, une baisse de l'abondance, un accroissement de la mortalité ainsi que des modifications comportementales (Environnement Canada, 1998, annexes Xa et Xb). Ainsi, les amphipodes, les éphéméroptères, les plécoptères et les trichoptères étaient peu abondants dans la Niagara, dans l'État de New York,

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

	Sédiments d'eau douce	Sédiments marins et estuariens
RPQS	0,94	0,32
CEP	1,38	0,99

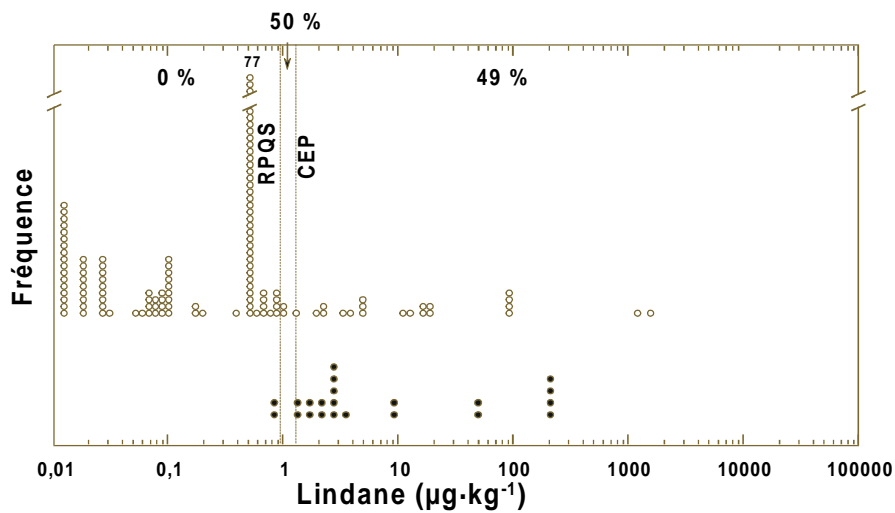


Figure 1. Distribution des concentrations de lindane dans les sédiments d'eau douce, qui entraînent (●) ou non (○) des effets biologiques néfastes. Les pourcentages indiquent la proportion des concentrations ayant des effets dans les plages qui se situent en deçà de la RPQS, entre la RPQS et la CEP et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

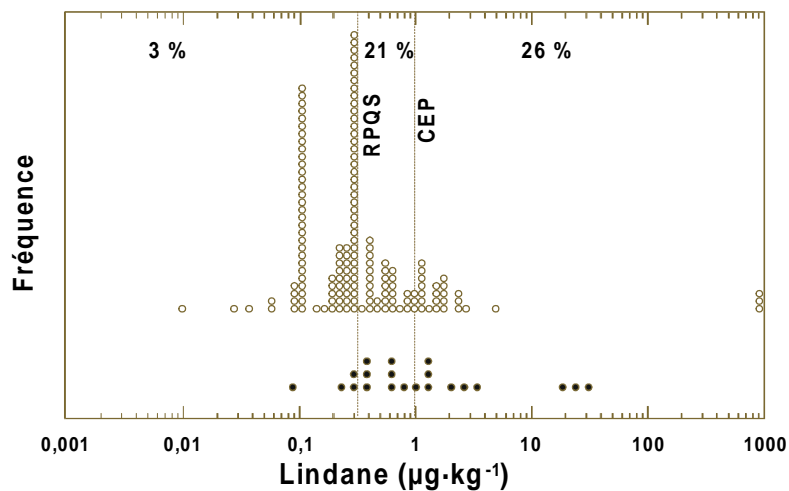


Figure 2. Distribution des concentrations de lindane dans les sédiments marins et estuariens, qui entraînent (●) ou non (○) des effets biologiques néfastes. Les pourcentages indiquent la proportion des concentrations ayant des effets dans les plages qui se situent en deçà de la RPQS, entre la RPQS et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

aux endroits où la concentration moyenne de lindane dans les sédiments s'établissait à  $2,63 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ , valeur qui dépasse la CEP pour les sédiments d'eau douce (Jaagumagi, 1988; Jaagumagi et coll., 1989). En revanche, ces espèces étaient plus abondantes aux endroits où l'on enregistrait une concentration moyenne de  $0,5 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ , 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 hausse de la mortalité dans les larves d'un bivalve dans les sédiments de la baie de San Francisco à une concentration moyenne de  $0,47 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ , valeur qui dépasse la RPQS pour les sédiments marins (Long et Morgan, 1990). Aucune augmentation notable de la mortalité n'a été enregistrée à une concentration moyenne de  $0,1 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ , 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 lindane commençait à avoir des effets toxiques sur 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 lindane et non à des mélanges de produits chimiques renfermant du lindane (Environnement Canada, 1998). Ainsi, Ciarelli et coll. (1997) ont évalué la toxicité du lindane dans l'amphipode *Corophium volutator*. Les essais menés sur différentes classes de taille ont produit une  $\text{CL}_{50-10 \text{ j}}$  de 1,31, de 1,28 et de 1,26  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  pour les organismes de 5, 7 et 8 mm, respectivement. De même, Hermsen (1994) a exposé la moule *Mytilus edulis* à des particules en suspension dans de l'eau de mer que l'on avait dopées au lindane pour obtenir une concentration de  $150 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Après 7 jours d'exposition, la clairance des moules exposées aux sédiments dopés au lindane était sensiblement plus faible que celui des organismes témoins.

Les résultats des tests de toxicité des sédiments d'eau douce et des sédiments marins avec dopage indiquent que les concentrations de lindane qui entraînent des effets néfastes sont toujours supérieures aux RPQS, ce qui confirme que ces recommandations correspondent à des concentrations en deçà desquelles des effets biologiques défavorables seront rarement observés. Ces études fournissent par ailleurs une preuve supplémentaire que les concentrations toxiques de lindane 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 lindane dépassent les CEP (Environnement Canada, 1998). Les RPQS et les CEP fixées pour le lindane devraient donc constituer de précieux outils d'évaluation de l'incidence écotoxicologique de cette substance dans les sédiments.

## Concentrations

On dispose actuellement de peu de données sur les concentrations de lindane dans les sédiments d'eau douce et les sédiments marins. Au Canada, les concentrations de lindane dans les sédiments lacustres et fluviaux (eau douce) varient entre un point situé sous le seuil de détection et un maximum de  $126 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  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 un maximum de  $2,1 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  enregistré dans l'estuaire du Saint-Laurent, au Québec (Environnement Canada, 1998). Comme le lindane se dégrade lentement dans les sédiments aquatiques, l'élimination des sources locales devrait, avec le temps, déterminer une diminution progressive des concentrations.

## Autres considérations

Quelle que soit l'origine de la teneur en lindane 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 lindane 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 lindane en un endroit donné produise des effets biologiques néfastes est liée à la sensibilité de chaque espèce exposée et aux paramètres examinés ainsi qu'à divers facteurs physico-chimiques (p. ex., température et pH), géochimiques (p. ex., granulométrie des sédiments et COT) et biologiques (p. ex., comportement alimentaire et vitesse d'absorption) qui agissent sur la biodisponibilité du lindane (Environnement Canada, 1998).

Les organismes benthiques sont exposés, par contact superficiel et ingestion de sédiments, au lindane particulaire et dissous dans les eaux interstitielles et adjacentes, ainsi qu'au lindane lié aux sédiments. On croit

que le lindane 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 lindane total, on constate qu'une plus faible quantité de lindane est dissoute dans l'eau interstitielle des sédiments à forte teneur en COT (Karickhoff, 1984; Shea, 1988). Le carbone organique peut donc réduire la biodisponibilité et, par conséquent, la toxicité pour les organismes benthiques du lindane lié aux sédiments. Il faut tenir compte des facteurs physico-chimiques, géochimiques et biologiques qui influent sur la biodisponibilité lorsqu'on évalue les répercussions biologiques potentielles du lindane contenu dans les sédiments (Environnement Canada, 1998).

On ne peut, à l'heure actuelle, prédire avec certitude dans quelle mesure le lindane 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 lindane augmente en raison directe de la concentration dans une gamme donnée de types de sédiments (figures 1 et 2). Les RPQS et les CEP pour le lindane seront donc utiles pour évaluer l'importance écotoxicologique du lindane contenu 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, eds. 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.]
- Ciarelli, S., A.P.M.A. Vonck et N.M. van Straalen. 1997. Reproducibility of spiked sediment bioassays using the marine benthic amphipod, *Corophium volutator*. Mar. Environ. Res. 43:329-343.
- 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.
- Environnement Canada. 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.
- Hermesen, W. 1994. The bioavailability and toxicity to *Mytilus edulis* L. of two organochlorine pesticides adsorbed to suspended solids. Mar. Environ. Res. 38:61-70.
- IPCS (International Programme on Chemical Safety). 1991. Lindane. Critère d'hygiène de l'environnement 124. Organisation mondiale de la santé, Genève, Suisse.
- 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 52. National Oceanic and Atmospheric Administration, Seattle, WA.
- 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 — lindane (hexachlorocyclohexane), 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

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

Also available in English.