



## Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection des utilisations de l'eau à des fins agricoles

**ORGANO-  
ÉTAINS**  
tributylétain, triphénylétain et  
tricyclohexylétain

Les composés organostanniques ont été utilisés dans de nombreuses applications industrielles et agricoles, notamment comme stabilisants du polychlorure de vinyle, catalyseurs, biocides industriels et agricoles ainsi que comme produits de préservation du bois et produits antisalissure (Bock, 1981; Jones et coll., 1982; Moore et coll., 1992). Les organo-étains sont caractérisés par la présence d'au moins une liaison covalente carbone-étain. Les concentrations dans l'environnement et les niveaux de toxicité publiés des organo-étains sont exprimés sous forme de concentrations 1) d'étain, 2) d'alkylétain ou d'arylétain ou 3) du cation organostannique et de l'anion qui lui est associé. On a converti toutes les concentrations mentionnées dans le présent feuillet d'information en milligrammes ou microgrammes de cation organostannique par litre pour permettre une comparaison des concentrations mesurées d'organo-étains.

Les propriétés physiques et chimiques des organo-étains varient considérablement selon le nombre et le type de groupements fonctionnels organiques et inorganiques liés à l'atome d'étain. Moore et coll. (1992) ont publié les propriétés physiques et chimiques de 110 composés organostanniques. L'hydrosolubilité de ces composés varie généralement entre 5 et 50 mg·L<sup>-1</sup> et est inversement proportionnelle au nombre et au poids moléculaire des groupements organiques fixés à l'atome d'étain (CNRC, 1985; Eisler, 1989). La plupart des organo-étains utilisés à des fins commerciales ont dans les milieux aquatiques une mobilité réduite attribuable à une faible solubilité en milieu aqueux, à une tension de vapeur peu élevée et à une forte affinité pour les sédiments aquatiques (Blundin et Chapman, 1982).

Bien qu'au Canada les organo-étains servent surtout à la stabilisation thermique des produits en polychlorure de vinyle, l'utilisation de biocides organostanniques peut constituer une menace pour le milieu aquatique. Plusieurs composés organostanniques sont incorporés aux peintures en vue de protéger les surfaces exposées immergées contre les dommages causés par l'eau et l'encrassement biologique. L'usage répandu des peintures antisalissure contenant des organo-étains sur les coques de bateau, les casiers à homards et les filets de pêche a donné lieu à de

fortes concentrations de ces composés dans les milieux aquatiques d'eau douce, marins et estuariens (CNRC, 1985; Anderson et Dalley, 1986; Maguire et coll., 1986; Laughlin et Linden, 1987; Clark et coll., 1988). L'homologation obligatoire des produits antisalissure aux termes de la *Loi sur les produits antiparasitaires* a réduit l'utilisation des organo-étains dans les produits antisalissure et mené à l'interdiction des produits organostanniques sur les filets de pêche et les casiers à homards.

De fortes concentrations de composés de tributylétain ont été mesurées dans l'eau, les sédiments et le biote à proximité d'installations portuaires. Dans 10 % des échantillons d'eau douce prélevés à 265 endroits au Canada, les concentrations de tributylétain atteignaient  $\geq 0,2 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  (Maguire, 1987, 1989). On a également décelé du dibutylétain et du monobutylétain dans environ 10 % des échantillons recueillis dans tout le Canada. La contamination par le dibutylétain et le monobutylétain serait plutôt due à la dégradation du tributylétain qu'à des apports directs (Maguire, 1989).

La persistance et le devenir des organo-étains dans le milieu aquatique sont étroitement liés à certains facteurs, notamment la solubilité en phase aqueuse et la tension de vapeur du composé, l'adsorption aux particules en suspension et aux sédiments ainsi que la méthylation et la déméthylation abiotique et biotique. La dégradation d'un

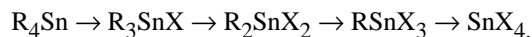
**Tableau 1. Recommandations pour la qualité des eaux établies pour les organo-étains aux fins de la protection des utilisations agricoles de l'eau (CCME, 1992).**

Utilisation	Recommandation ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )
Eau d'irrigation	Néant*
Eau d'abreuvement du bétail	
Tributylétain	250
Triphénylétain	820 <sup>†</sup>
Tricyclohexylétain	250 <sup>†</sup>

\* Aucune recommandation n'a été établie.

<sup>†</sup> Recommandation provisoire.

composé organostannique peut être définie comme l'élimination séquentielle des groupements alkyles ou aryles fixés à l'atome d'étain, par exemple :



L'étain inorganique est le produit final de la dégradation des organo-étains en milieu aquatique. L'étain inorganique peut être transformé par méthylation en composés monométhylstanniques, diméthylstanniques, triméthylstanniques et tétraméthylstanniques n'ayant pas été préalablement libérés dans le milieu (Maguire et coll., 1986). Chau et coll. (1981) ont montré que, dans l'eau, le Sn (II) et le Sn (IV) sont transformés par l'action microbienne en composés méthylstanniques. La volatilisation des monoorgano-étains, des diorgano-étains et des triorgano-étains est vraisemblablement négligeable puisque ces composés tendent à s'adsorber fortement aux solides en suspension et aux sédiments (Maguire et Tkacz, 1985). Étant donné leurs coefficients élevés de partage sédiments-eau (p. ex.,  $K_{CO} = 3370$  pour le tributylétain), l'adsorption des organo-étains aux solides en suspension et aux sédiments peut être un mécanisme important d'élimination de ces composés dans l'eau (Cardwell, 1988). Il ne faut toutefois pas voir dans l'adsorption aux solides en suspension et aux sédiments le devenir ultime des organo-étains dans les milieux aquatiques, car des résidus toxiques peuvent être mobilisés par désorption, par la remise en suspension des sédiments ou par absorption par le biote benthique (CNRC, 1985). Pour de plus amples renseignements sur les usages, les concentrations dans l'environnement et les propriétés chimiques des organo-étains, consulter le feuillet d'information sur ces produits au chapitre 4 des *Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement*.

### Élaboration des recommandations pour la qualité des eaux

Les recommandations canadiennes pour la qualité des eaux établies pour les organo-étains aux fins de la protection de l'eau d'abreuvement du bétail ont été déduites à l'aide de la formule suivante (CCME, 1992; Moore et coll., 1992) :

$$RCQE = [(DJA \cdot FI \cdot pc) / TIE] \cdot AEA$$

où

DJA = dose journalière admissible ( $mg \cdot kg^{-1}$  par jour)

TIE = taux d'ingestion d'eau ( $200 L \cdot j^{-1}$ )

FI = facteur d'incertitude (0,1)

pc = poids corporel maximal des bovins laitiers (820 kg)

AEA = apport par l'eau d'abreuvement en pourcentage (20 %)

### Eau d'abreuvement du bétail

Le nombre et la nature des groupements fonctionnels liés à l'atome d'étain déterminent la toxicité des composés organostanniques pour le bétail et le biote connexe (Moore et coll., 1992). La toxicité des organo-étains pour les mammifères va généralement décroissant, des triorgano-étains aux monoorgano-étains. La toxicité des tétraorgano-étains est comparable à celle des triorgano-étains, mais les premiers ont souvent des effets moins marqués et plus tardifs que les seconds. La toxicité de chaque classe de composés organostanniques pour les mammifères est fonction du nombre d'atomes de carbone par chaîne latérale. Un accroissement de la longueur de la chaîne n-alkyle se traduit généralement par une toxicité réduite pour les mammifères (Snoeij et coll., 1987). Compte tenu de leurs coefficients de partage octanol-eau élevés (jusqu'à 7000), les organo-étains à haut poids moléculaire pourraient afficher un potentiel élevé de bioaccumulation (Laughlin et coll., 1986).

#### *Tributylétain*

Un résumé des valeurs de toxicité orale aiguë de plusieurs composés tributylstanniques est présenté dans Moore et coll. (1992). Les  $DL_{50}$  mesurées chez le rat pour chaque composé tributylstannique total (tributylétain + anion) varient de 94 à  $224 mg \cdot kg^{-1}$  de poids corporel. Chez la souris, les  $DL_{50}$  se situent entre 46 et  $230 mg \cdot kg^{-1}$  de poids corporel. La mort et une inflammation du canal cholédoque ont été observées chez 9 des 24 rats nouveau-nés auxquels on avait administré par voie orale  $3 mg \cdot kg^{-1}$  d'acétate de tributylétain pendant 28 jours (Mushak et coll., 1982). L'action toxique des trialkylétains pourrait résider dans l'inhibition d'une réaction de la chaîne de transformation de l'énergie située entre le transport d'électrons et la formation d'adénosine triphosphate (ATP) (McCollister et Schober, 1975).

Dans la plupart des tests in vitro effectués sur des cellules microbiennes ou mammaliennes, il n'a pas été établi que l'oxyde de bis(tributylétain) produisait des mutations

ponctuelles ou des dommages à l'ADN. Le seul cas de réponse mutagène enregistré (Davis et coll., 1987) n'a pu être confirmé après réexamen des données (Schweinfurth et Gunzel, 1987).

Des doses maternelles atteignant  $6 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  d'oxyde de bis(tributylétain) n'ont eu aucun effet tératogène sur la souris. Des doses de  $11,7 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  et plus ont produit des effets toxiques chez la mère et auraient causé une augmentation de la fréquence des cas de fentes palatines chez la progéniture des femelles survivantes (Schweinfurth et Gunzel, 1987).

La recommandation canadienne pour la qualité des eaux établie pour le tributylétain aux fins de la protection de l'eau d'abreuvement du bétail est de  $0,25 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  ( $250 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ). On a calculé cette valeur en retenant comme DJA la CMEO ( $3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  d'acétate de tributylétain pour les rats nouveau-nés) et en utilisant la méthode d'élaboration des recommandations décrite précédemment (Mushak et coll., 1982; CCME, 1992; Moore et coll., 1992).

### Triphénylétain

Des tests d'absorption menés sur des rats à l'aide de triphénylétain radioactif ont révélé que 80 à 88 % de la dose de triphénylétain administrée par voie orale étaient éliminés dans les fèces et l'urine dans les 7 jours suivant l'ingestion. Le métabolisme du triphénylétain ne fait pas intervenir le système des oxygénases à fonction mixte. Bock (1981) a étudié la décomposition du triphénylétain et constaté qu'après administration par voie orale et intraveineuse, le composé d'origine subissait peu de changement avant d'être éliminé de l'organisme.

Pour ce qui est de l'ingestion de triphénylétain par voie orale, on a mesuré pour la souris, le cobaye et le lapin des  $DL_{50}$  variant de 80 à 1000, de 10 à 41,2 et de 30 à  $140 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  de poids corporel, respectivement (Moore et coll., 1992). Des études portant sur l'ingestion chronique de ce produit ont montré que le rat, le cobaye et le chien présentaient une sensibilité comparable au triphénylétain (Bock, 1981). Des cobayes ayant reçu des doses orales de  $10 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  par jour de triphénylétain pendant 2 ans affichaient des modifications histopathologiques importantes au niveau des cellules du foie et du cœur. En retenant cette CMEO comme DJA et en utilisant la méthode d'élaboration des recommandations décrite ci-dessus, on a calculé pour le triphénylétain une

recommandation provisoire visant la protection de l'eau d'abreuvement du bétail de  $0,82 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  ( $820 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ).

### Tricyclohexylétain

Les données sur la toxicité du tricyclohexylétain sont rares, mais les résultats indiquent des seuils de réponse comparables à ceux du triphénylétain. Ainsi, le rat affiche une  $DL_{50}$  orale aiguë de  $540 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  de poids corporel (McCollister et Schober, 1975). Des études alimentaires chroniques menées sur des chiens et des rats ont révélé une réduction du taux de croissance à des concentrations de 3 et de  $6 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  par jour, respectivement (McCollister et Schober, 1975). En se fondant sur la CMEO de  $3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  par jour et la méthode de calcul décrite précédemment, on a obtenu une recommandation canadienne provisoire pour la qualité des eaux aux fins de la protection de l'eau d'abreuvement du bétail de  $0,25 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  ( $250 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) pour le tricyclohexylétain.

### Références

- Anderson, C.D., and R. Dalley. 1986. Use of organotins in antifouling paints. In: Oceans '86 Conference Record Vol. 4: Organotin Symposium. Marine Technology, Washington, DC.
- Blundin, S.J., and A.H. Chapman. 1982. The environmental degradation of organotin compounds—A review. *Environ. Technol. Lett.* 3(6):267–272.
- Bock, R. 1981. Triphenyltin compounds and their degradation products. *Residue Rev.* 79:1–270.
- Cardwell, R.D. 1988. Fate and effects of tributyltin in the marine environment: An update on knowledge. Paper presented at Puget Sound Research, the first annual meeting, 18–19 March, Seattle, WA.
- CCME (Conseil canadien des ministres de l'environnement). 1992. Annexe X — Recommandations pour la qualité des eaux au Canada : mise à jour (mars 1992), organo-étains et halométhanes, 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, Y.K., P.T.S. Wong, O. Kramer, and G.A. Bengert. 1981. Methylation of tin in the aquatic environment. In: Heavy metals in the environment. International Conference, Amsterdam, Holland.
- Clark, E. A., R.M. Sterritt, and J.N. Lester. 1988. The fate of tributyltin in the aquatic environment. *Environ. Sci. Technol.* 22(6):600–604.
- Davis, A., R. Barale, G. Brun, R. Foster, T. Gunther, H. Hautefeuille, C.A. van der Heijden, A.G.A.C. Knaap, R. Krowke, T. Kuroki, N. Loprieno, C. Malaveille, H.J. Merker, M. Monaco, P. Mosesso, D. Neubert, H. Norppa, M. Sorsa, E. Vogel, C.E. Vogel, M. Umeda, and H. Bartsch. 1987. Evaluation of the genetic and embryotoxic effects of bis(tri-n-butyltin)oxide (TBTO), a broad-spectrum pesticide, in multiple in vivo and in vitro short-term tests. *Mutat. Res.*, 188:65–95.
- Eisler, R. 1989. Tin hazards to fish, wildlife, and invertebrates: A synoptic review. Biological Report 86 (1.15), Contaminant Hazard Reviews Report No. 15. Fish and Wildlife Service, U.S. Department of the Interior, Laurel, MD.
- Jones, P.A., M.F. Millson, C.C. McBain, and J.A. Ruddick. 1982. Organotins in the Canadian environment: A synopsis. EPS 3-EC-82-1. Environment Canada, Environmental Protection Service, Ottawa.

- Laughlin, R.B., Jr., and O. Linden 1987. Tributyltin-Contemporary environmental issues. *Ambio* 16(5):252-256.
- Laughlin, R.B., Jr., H.E. Guard, and W. M. Coleman III. 1986. Tributyltin in seawater: speciation and octanol-water partition coefficient. *Environ. Sci. Technol.* 20(2):201-204.
- Maguire, R.J. 1987. Environmental aspects of tributyltin. *Appl. Organomet. Chem.* 1:475-498.
- . 1989. Tributyltin in Canadian Waters. NWRI Contribution #89-103. National Water Research Institute, Burlington, ON.
- Maguire, R.J., and R.J. Tkacz. 1985. Degradation of tri-n-butyltin species in water and sediment from Toronto Harbour. *J. Agric. Food. Chem.* 33:947-953.
- Maguire, R.J., R.J. Tkacz, Y.K. Chau, G.A. Bengert, and P.T.S. Wong. 1986. Occurrence of organotin compounds in water and sediment in Canada. *Chemosphere* 15(3):253-274.
- McCollister, D.D., and A.E. Schober. 1975. Assessing toxicological properties of organotin compounds. In: *Environmental quality and safety. Global aspects of chemistry, toxicology, and technology as applied to the environment.* Vol. 4. Academic Press, New York.
- Moore, D.R.J., D.G. Noble, S.L. Walker, D.M. Trotter, M.P. Wong, and R.C. Pierce. 1992. Canadian water quality guidelines for organotins. Environment Canada Scientific Series No. 191. Environment Canada, Ecosystem Sciences and Evaluation Directorate, Eco-Health Branch, Ottawa.
- Mushak, P., M.R. Krigman, and R.B. Mallman. 1982. Comparative organotin toxicity in the developing rat: Somatic and morphological changes and relationship to accumulation of total tin. *Neurobehav. Toxicol. Teratol.* 4:209-215
- CNRC (Conseil national de recherches du Canada). 1985. Organotin compounds in the aquatic environment: Scientific criteria for assessing their effects on environmental quality. NRCC Publ. No. 22494. Associate Committee on Scientific Criteria for Environmental Quality, Ottawa.
- Schweinfurth, H.A., and P. Gunzel. 1987. The tributyltins: Mammalian toxicity and risk evaluation for humans. In: *Oceans '86 Conference Record Vol. 4: Organotin Symposium.* Marine Technology, Washington, DC.
- Snoeij, N.J., A.H. Penninks, and W. Seinen. 1987. Biological activity of organotin compounds - An overview. *Environ. Res.* 44:335-353.

Comment citer ce document :

Conseil canadien des ministres de l'environnement. 1999. *Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection des utilisations de l'eau à des fins agricoles : organo-étains — tributylétain, triphénylétain et tricyclohexylétain, 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](mailto: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](mailto:spcme@chc.gov.mb.ca)