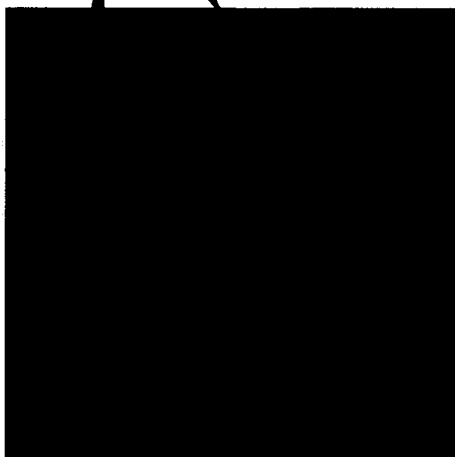


LES DIOXINES & LES FURANES



La situation au Canada

CCME

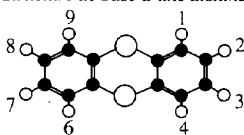
Canadian Council of Ministers of the Environment Le Conseil canadien des ministres de l'environnement

Le présent document a été élaboré par le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) afin de présenter les faits sur les dioxines et les furanes chlorés au Canada. Plus précisément, on y donne des renseignements sur les sources et les effets de ces produits chimiques ainsi que sur les mesures de contrôle adoptées par les gouvernements.

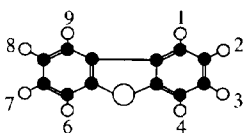
Que sont les dioxines et les furanes?

Le terme «dioxine» représente une famille de 75 composés chimiques apparentés et connus sous le nom de dibenzo-p-dioxines polychlorées. Une autre famille, celle des dibenzofuranes polychlorés, compte 135 composés apparentés. Ces produits chimiques sont connus sous le nom de «furanes».

Structure de base d'une dioxine



Structure de base d'un furane



● Carbone ○ Oxygène
○ Hydrogène ou chlore

Figure 1. Structures chimiques de base des dioxines et des furanes. Les atomes de chlore peuvent être liés aux molécules à l'une ou l'autre des positions numérotées.

Étant donné que les deux familles de composés possèdent des structures chimiques semblables (voir la figure 1) et qu'elles provoquent des effets biologiques comparables et des réactions toxiques similaires, on peut les traiter collectivement comme un seul groupe. Dans les deux familles, la molécule mère peut recevoir entre un et huit atomes de chlore. On utilise les préfixes mono, di, tri, tétra, penta, hexa, hepta et octa pour indiquer que la molécule possède entre un et huit atomes de chlore, respectivement.

Les dioxines et les furanes sont-ils tous identiques?

Non. La dioxine la plus toxique est la tétrachloro-2,3,7,8 dibenzo-paradioxine (2,3,7,8-TCDD). Sa structure chimique est indiquée à la figure 2.

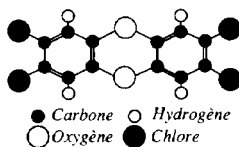


Figure 2: tétrachloro-2,3,7,8 dibenzo-paradioxine

Lorsque l'on parle des dioxines, la plupart des gens supposent que l'on fait allusion à la 2,3,7,8-TCDD, mais ce n'est habituellement pas le cas. En fait, la 2,3,7,8-TCDD ne représente qu'un faible pourcentage des mélanges de dioxines et de furanes que l'on trouve au Canada. Même si les scientifiques n'ont pas encore étudié les autres dioxines et furanes d'une manière aussi exhaustive que la 2,3,7,8-TCDD, on sait que certains d'entre eux sont toxiques, bien que leur toxicité soit moindre que celle de la 2,3,7,8-TCDD.

Comment les autres dioxines et furanes se comparent-ils à la 2,3,7,8-TCDD?

Parmi les 210 dioxines et furanes, seuls 17 composés possèdent des atomes de chlore dans les mêmes positions latérales, soit 2, 3, 7 et 8, que la 2,3,7,8-TCDD. Ce sont ces composés qui contribuent le plus à la toxicité des mélanges complexes de dioxines et de furanes. Les 16 autres dioxines et furanes reçoivent un facteur d'équivalence de toxicité interna-

tional (FET-I) fondé sur leur toxicité par rapport à celle de la 2,3,7,8-TCDD. La 2,3,7,8-TCDD a un FET-I de 1,0. La toxicité des 16 composés substitués varie entre la moitié et le millième de celle de la 2,3,7,8-TCDD (tableau 1). La toxicité de tous les autres dioxines et furanes non substitués est beaucoup plus faible et ces composés ont donc reçu un FET-I égal à zéro. On multiplie le FET-I par la teneur de chacun des furanes ou des dioxines substitués et on additionne les résultats pour obtenir l'équivalent toxique total de la 2,3,7,8-TCDD. Environnement Canada et certaines provinces ont recours à la méthode des FET-I pour comparer la toxicité relative de mélanges complexes de dioxines et de furanes. Par exemple, si un échantillon de sol contient 10 pg/g de 2,3,7,8-TCDD et 20 pg/g de 2,3,7,8-TCDF, la valeur d'équivalence de toxicité totale est égale à 12 pg/g de 2,3,7,8-TCDD, soit $(10 \text{ pg/g} \times 1,0) + (20 \text{ pg/g} \times 0,1)$.

Tableau 1. Facteurs d'équivalence de toxicité internationaux (FET-I) (OTAN 1988)

<u>COMPOSÉ*</u>	<u>FET-I</u>
Dioxines	
2,3,7,8-TCDD	1.0
1,2,3,7,8-PeCDD.....	0.5
1,2,3,4,7,8-HxCDD.....	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDD.....	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDD.....	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD.....	0.01
OCDD	0.001
Furanes	
2,3,7,8-TCDF.....	0.1
2,3,4,7,8-PeCDF	0.5
1,2,3,7,8-PeCDF	0.05
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01
OCDF.....	0.001

**Les préfixes TC, PeC, HxC, HpC et OC signifient tétrachloro, pentachloro, hexachloro, heptachloro et octachloro, respectivement.*

Les dioxines et les furanes sont présents en très petites quantités dans l'environnement. Des études indiquent que ces composés, en particulier la 2,3,7,8-TCDD, sont principalement le résultat de l'activité humaine, bien que certaines recherches révèlent que les feux de forêt constituent des sources naturelles d'émission. Les dioxines et les furanes ne sont pas produits de manière intentionnelle. Il s'agit de dérivés de la fabrication d'autres produits chimiques tels que certains pesticides (p. ex., chlorophénols et 2,4,5-T), de l'utilisation du chlore dans le blanchiment de la pâte de cellulose ou de la combustion incomplète de matières contenant des atomes de chlore et des composés organiques.

On retrouve des furanes en trace dans les BPC et, dans le passé, l'élimination incontrôlée des biphényles polychlorés (BPC) a entraîné le rejet de quantités importantes de furanes dans l'environnement. À l'heure actuelle, la plupart des BPC sont entreposés en toute sécurité dans des installations de confinement qui ne permettent le rejet de furanes qu'en cas d'incendies ou de fuites accidentels.

Les sources transfrontalières contribuent de façon marquée à la présence de dioxines et de furanes dans la région méridionale des Grands Lacs. Il s'agit notamment des fuites provenant des grandes décharges américaines qui bordent la rivière Niagara ainsi que des émissions atmosphériques de dioxines et de furanes issues des incinérateurs, d'autres sources de combustion et de sources chimiques. L'importance de telles sources n'a pas été entièrement quantifiée.

En 1985, Environnement Canada a procédé à une évaluation des émissions de dioxines et de furanes au Canada. Depuis, les techniques de la chimie analytique et celles du contrôle des dioxines et des furanes ont enregistré des progrès importants. Aussi, les données de 1985 ne sont peut-être plus adéquates. En 1989, Environnement Canada a évalué les émissions de dioxines et de furanes provenant des incinérateurs de déchets solides urbains à 50 g d'équivalent toxique de la 2,3,7,8-TCDD. En 1988-1989, il a estimé les rejets des effluents des usines de pâtes kraft blanchies à 280 g d'équivalent toxique de la 2,3,7,8-TCDD. En 1991, on a évalué que les émissions de dioxines et de furanes provenant des effluents des usines de pâtes kraft blanchies avaient été réduites à 20 g d'équivalent toxique de la 2,3,7,8-TCDD. On prévoit qu'elles chuteront à moins de 5 g d'équivalent toxique de la 2,3,7,8-TCDD en 1994.

Les données indiquent que nous sommes tous exposés aux dioxines et aux furanes. À l'heure actuelle, les Canadiens sont principalement exposés à des dioxines et à des furanes à faible toxicité, comparativement à celle de la 2,3,7,8-TCDD. Par contre, il ne faut pas permettre que les niveaux d'exposition augmentent.

La recherche des principales sources d'exposition et des moyens de les réduire est une tâche difficile et complexe. En effet, on peut être exposé aux dioxines et aux furanes en respirant l'air ambiant, en buvant de l'eau, en s'alimentant ou en entrant en contact avec des produits de consommation, des sols ou de la poussière contaminés.

Dans le cadre d'une étude conjointe réalisée récemment par les gouvernements fédéral et ontarien, on a évalué l'exposition totale moyenne des adultes et des enfants canadiens à toutes les sources possibles de dioxines et de furanes. Les données se fondent sur des contacts moyens avec l'air, l'eau, le sol et les aliments dont la teneur en dioxines et en furanes est représentative. L'étude révèle que l'exposition des adultes non-fumeurs aux dioxines et aux furanes provient à 94 ou 96 pour cent des aliments et que le pourcentage restant est divisé à parts égales entre l'air et toutes les autres sources.

L'étude permet d'affirmer que l'ingestion quotidienne moyenne se situe entre 2,0 et 4,2 picogrammes d'équivalent toxique de la 2,3,7,8-TCDD par kilogramme de masse corporelle sur toute la durée de la vie des Canadiens. Les données se fondent sur des hypothèses qui surestiment probablement l'exposition aux dioxines et aux furanes à des fins de protection de la santé. Un picogramme est un millier de milliards (10^{12}) de fois plus petit qu'un gramme.

Au cours des dernières années, on a élaboré des techniques très sensibles et très précises en vue de la détection dans l'environnement de teneurs de base de dioxines et de furanes aussi faibles que quelques parties par mille milliards ou même par million de milliards (10^{15}). On a décelé ces très faibles teneurs dans bon nombre d'échantillons de sol, d'air, d'eau, d'animaux, d'aliments et de tissus adipeux. On a mesuré des teneurs plus élevées (de l'ordre de quelques parties par milliard) dans des décharges et dans des échantillons de sédiments recueillis près de propriétés contaminées par des déchets industriels.

Pour comprendre ce que signifie une partie par mille milliards, il faut imaginer un grain de sable dans une piscine de taille olympique. Une partie par million de milliards équivaut à la superficie d'un billet de deux dollars comparée à celle du Canada.

Les dioxines et les furanes présentent-ils des risques pour l'environnement?

De plus en plus de données indiquent que les dioxines, les furanes et certains composés apparentés ont déjà des effets nocifs sur la faune.

Les dioxines et les furanes possèdent des propriétés qui peuvent accroître les risques pour l'environnement et pour nous-mêmes. Il s'agit notamment de celles qui suivent.

Persistence

Bon nombre de dioxines et de furanes résistent à la dégradation biologique et chimique et ils subsistent donc dans l'environnement pendant de nombreuses années.

Bioaccumulation

Certains furanes et dioxines absorbés par un organisme vivant ne sont pas éliminés facilement. Cela signifie qu'ils peuvent s'accumuler dans l'organisme, surtout dans les tissus adipeux. Cela signifie également qu'on les trouve en teneurs plus élevées lorsqu'on passe à un niveau supérieur de la chaîne alimentaire. Par exemple, les plantes aquatiques microscopiques et les animaux qui vivent dans l'eau contaminée par certains déchets industriels absorbent des dioxines et des furanes dans leurs tissus. Les matières toxiques s'accumulent ensuite dans les tissus des poissons qui se nourrissent de ces plantes et de ces animaux. À leur tour, les oiseaux aquatiques peuvent consommer des poissons contaminés. Les humains, quant à eux, peuvent être exposés aux dioxines et aux furanes en consommant des poissons ou des oiseaux contaminés.

Un régime alimentaire composé de poissons très contaminés des Grands Lacs peut se traduire par une dose cumulative de dioxines et de furanes qui dépasse le niveau à effet nul chez les espèces animales sensibles telles que le vison. Ainsi, on a observé des insuffisances reproductrices et des malformations congénitales chez les oiseaux aquatiques des Grands Lacs et de la côte Ouest du Canada. Les données indiquent une corrélation marquée avec la teneur en dioxines et en furanes des oeufs et des tissus des oiseaux adultes. Des études menées sur les oiseaux aquatiques qui nidifient en colonies attribuent une telle insuffisance reproductrice à deux facteurs principaux, soit la présence dans les oeufs de produits chimiques toxiques pour les embryons et le comportement anormal des oiseaux causé par les polluants, comme une incubation incomplète et des soins inappropriés aux petits. De tels effets sur la reproduction et la croissance des animaux sont caractéristiques d'une exposition aux dioxines et à certains autres contaminants organochlorés qui accompagnent les dioxines et les furanes.

Les dioxines et les furanes présentent-ils des risques pour la santé?

On a essayé, par des expériences en laboratoire menées sur des animaux ainsi que par des études des effets des dioxines et des furanes sur la santé humaine, de déterminer l'ensemble des effets sur la santé. Par contre, seuls les résultats des essais avec les animaux ont été concluants. Jusqu'à présent, les scientifiques ont établi ce qui suit.

Effets sur les animaux de laboratoire

Les animaux de laboratoire exposés à la 2,3,7,8-TCDD ont subi les effets nocifs suivants :

- perte de poids;
- affections de la peau;
- effets sur le système immunitaire;
- insuffisance hépatique;
- modification de la fonction sanguine;
- insuffisance reproductrice, y compris les malformations congénitales;
- incidence accrue des tumeurs;
- production accrue de certains enzymes qui permettent la dégradation des produits chimiques exogènes dans l'organisme.

Certains effets peuvent être provoqués par plusieurs autres dioxines et furanes, selon leur toxicité par rapport à celle de la 2,3,7,8-TCDD (voir le tableau 1). Par contre, il est rare qu'une seule espèce animale affiche l'ensemble complet des effets biologiques et toxiques des dioxines et des furanes. De plus, la sensibilité des animaux de laboratoire varie considérablement. Ainsi, les cochons d'Inde sont plus de cinq mille fois plus sensibles que les hamsters.

Effets sur les humains

Bien que nous connaissions la plage des teneurs en 2,3,7,8 TCDD qui provoquent des effets nocifs sur la santé des animaux de laboratoire, il n'est pas facile d'extrapoler les données aux humains.

Nous savons que certaines personnes ont été exposées accidentellement à des teneurs élevées en dioxines et en furanes en raison de leur emploi (p. ex., dans le secteur de la fabrication des pesticides et de leur utilisation pour la conservation du bois). D'autres ont été exposées accidentellement à la suite d'un accident industriel ou d'une élimination inadéquate des déchets. Jusqu'ici, nous n'avons établi de façon concluante qu'un seul effet sur la santé provoqué par l'exposition aux dioxines et aux furanes. Il s'agit d'une affection de la peau temporaire et non mortelle, connue sous le nom de chloracné.

Les effets d'une exposition chronique font toujours l'objet de recherches. Les humains sont habituellement exposés aux dioxines et aux furanes présents dans des mélanges chimiques qui contiennent également d'autres matières toxiques. Il est donc difficile d'attribuer, directement et de façon concluante, les effets nocifs aux dioxines et aux furanes. Trois études récentes menées sur des travailleurs exposés à la 2,3,7,8-TCDD ont permis d'établir un lien entre l'exposition et le développement de divers genres de cancer. Par contre, l'ensemble des données scientifiques actuelles n'indique aucun lien entre l'exposition quotidienne normale aux produits chimiques contenant des dioxines et des furanes et le développement du cancer. Les recherches courantes sur les effets des dioxines et des furanes sur le système immunitaire des primates et des humains, ainsi que sur les foetus et les nouveau-nés pourraient nous permettre de mieux connaître les niveaux acceptables d'exposition.

Le ministère fédéral de la Santé et du Bien-être social a établi la dose quotidienne tolérable (DQT) à 10 pg/kg/jour d'équivalent toxique de la 2,3,7,8-TCDD comme norme d'exposition moyenne aux dioxines et aux furanes sur toute la durée de vie. La dose observée au Canada n'est toutefois que la moitié ou le cinquième de la DQT. D'autres pays, états, provinces et territoires ont établi des doses acceptables plus élevées ou plus faibles que la DQT du gouvernement fédéral. Cela indique que des teneurs plus élevées dans l'environnement ne devraient pas être acceptées.

Que font les gouvernements?

Les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux ont mis en oeuvre d'importants programmes de réduction des contaminants dans l'environnement et de l'exposition humaine aux dioxines et aux furanes. Ils collaborent à l'harmonisation des stratégies de gestion et de contrôle de ces matières toxiques. L'approche canadienne comprend les éléments suivants:

- La loi fédérale sur la protection de l'environnement stipule que les dioxines et les furanes sont des matières toxiques.
- Le gouvernement fédéral a adopté des règlements sur le contrôle des dioxines et des furanes dans les effluents des usines de pâtes et papiers. Ces règlements interdisent l'utilisation de certains produits qui contiennent des précurseurs des dioxines et des furanes et ils exigent que des modifications soient apportées au processus de blanchiment de la pâte de

cellulose afin de prévenir la formation de dioxines et de furanes. Ainsi, ces règlements permettront d'éliminer les dioxines et les furanes dans la fabrication de la pâte de cellulose.

- On a élaboré des codes de recommandations techniques afin d'empêcher les entreprises de traitement du bois de contaminer l'environnement.
- Le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) a publié des lignes directrices relatives au fonctionnement des incinérateurs de déchets solides urbains et à leurs émissions de dioxines et de furanes.
- On a commencé à élaborer des critères relatifs à la quantité de dioxines et de furanes dans les aliments, l'eau, le sol, les produits de consommation, les sédiments et les sites contaminés.
- On surveille étroitement les dioxines et les furanes présents dans les poissons qui vivent près des usines de pâtes chimiques blanchies. On annonce à l'occasion des interdictions ou des mises en garde en vue de limiter l'ingestion de poissons contaminés aux dioxines et de protéger ainsi la santé des consommateurs.
- On a entrepris des négociations avec les États-Unis afin de nettoyer les décharges de déchets dangereux situées le long de la frontière canado-américaine.
- Les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux mènent ou subventionnent des recherches sur les dioxines et les furanes afin d'accroître notre compréhension de leur formation, de leur comportement environnemental et de leurs effets sur l'environnement, et afin de mieux évaluer l'exposition des humains à ces matières toxiques.
- Des organismes fédéraux et provinciaux ont créé leurs propres laboratoires d'analyse des dioxines et des furanes et ils favorisent l'établissement de laboratoires privés dans le domaine. Cela a permis d'analyser un grand nombre d'échantillons au niveau des parties par mille milliards (pg/g) ou parties par million de milliards (pg/kg) et de réduire les coûts d'analyse de 3000 \$ à environ 1000\$ par échantillon.

O

ui. Il y a actuellement une baisse de la teneur en dioxines et en furanes dans les indicateurs environnementaux très sensibles que sont les poissons et les goélands argentés (oiseaux aquatiques) des Grands Lacs. De plus, on a enregistré une diminution marquée des dioxines dans les oeufs des grands hérons qui vivent en colonie près d'une usine de pâte de cellulose de Georgia Strait en Colombie-Britannique.

L'amélioration de la situation est en grande partie attribuable aux mesures gouvernementales visant à limiter ou à éliminer les sources de dioxines et de furanes. Par exemple, le gouvernement fédéral a annulé l'homologation des pesticides qui contiennent de la 2,3,7,8-TCDD. Il a également réglementé le contenu en dioxines des autres pesticides dans le marché. Les programmes de surveillance indiquent qu'on ne trouve pas de 2,3,7,8-TCDD dans les pesticides vendus actuellement dans le marché. On a interdit l'utilisation des biphenyles polychlorés (BPC) dans la production de matériel électrique neuf et on procède à l'élimination graduelle des BPC dans le matériel actuel.

Les gouvernements ont élaboré des codes de recommandations techniques pour le secteur de la protection et de la conservation du bois afin de réduire la contamination de l'environnement. On a interdit l'utilisation de copeaux de bois contaminés aux chlorophénols dans le secteur des pâtes et papiers. Certaines provinces ont élaboré des lignes directrices et des règlements en vue de réduire l'exposition aux dioxines et aux furanes présents dans l'air, l'eau, le sol et les déchets solides. Les autres mesures provinciales comprennent l'évaluation et le nettoyage des sites contaminés aux dioxines et aux furanes, l'imposition de mesures de lutte antipollution très strictes dans les nouveaux incinérateurs et la mise en oeuvre de stratégies d'épuration des effluents industriels et municipaux. On s'attend à ce que de nouvelles mesures fédérales, provinciales et territoriales permettent de réduire et d'éliminer les émissions de dioxines et de furanes provenant des usines de pâtes et papiers et de réduire les rejets issus d'autres sources.

*Que peut-on conclure au sujet des
dioxines et des furanes?*

Les dioxines et les furanes sont présents dans l'environnement et on en a décelé de très petites quantités dans les tissus adipeux des Canadiens. Ils ont parfois eu des effets nocifs temporaires chez les humains qui ont été exposés, au travail ou accidentellement, à des niveaux de contamination élevés.

Il est encore difficile de mesurer avec exactitude les quantités absorbées par les humains et d'évaluer les effets toxiques des dioxines et des furanes au-delà de l'affection de la peau connue sous le nom de chloracné. Il n'est donc pas aisé d'obtenir des résultats concluants sur la sensibilité relative des humains aux effets toxiques de tels composés. Les mesures d'interdiction et de réglementation des gouvernements portant sur les produits chimiques, les sources de combustion et les autres procédés contaminés aux dioxines et aux furanes se sont traduites par une diminution des rejets de tels contaminants dans l'environnement. Par contre, le travail n'est pas terminé et nous devons continuer de déployer des efforts afin de réduire davantage les rejets de dioxines et de furanes dans notre environnement.

*Où puis-je obtenir des
renseignements additionnels?*

V

oici une liste partielle de publications internationales, fédérales et provinciales portant sur les dioxines et les furanes. Pour de plus amples renseignements, on peut s'adresser à une bibliothèque publique ou au bureau du ministère provincial ou fédéral de l'Environnement le plus proche.

Environnement Canada et Santé et Bien-être social Canada, *Liste des substances d'intérêt prioritaire - rapport n° 1 : polychlorodibenzodioxines et polychlorodibenzofuranes*, 1990, 56 p.

Environnement Canada, *Sources et émissions des polychlorodibenzoparadioxines (PCDD) et des polychlorodibenzofuranes (PCDF)*, Rapport SPE 5/HA/2, 1985, 47 p.

Santé et Bien-être social Canada et Environnement Canada, *Report of the Joint Health and Welfare Canada/Environment Canada Expert Advisory Committee on Dioxins*, 1983, 57 p.

Ministère de l'Environnement du Québec, *La problématique des dioxines et des furanes au Québec*, Envirodoq 850797, 1985, 73 p.

Conseil national de recherches du Canada, *Polychlorinated Dibenzofurans: Criteria for their Effects on Man and his Environment*, Publication du CNRC n° 22846, 1985, 243 p.

Conseil national de recherches du Canada, *Polychlorinated Dibenzo-p-dioxins: Criteria for their Effects on Man and his Environment*, Publication du CNRC n° 18574, 1981, 251 p.

Organisation du Traité de l'Atlantique Nord (OTAN), Comité sur les défis de la société moderne, *Pilot Study in international information exchange on dioxins and related compounds. International toxicity equivalency factor (I-TEF) method of risk assessment, report No. 176*, 1988.

Ministère de l'Environnement de l'Ontario, *Scientific Criteria Document for Standard Development. No. 84-4. Polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs) and Polychlorinated dibenzofurans (PCDFs)*, septembre 1985, 536 p.

Le présent document est publié sous les auspices du Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME). On peut obtenir des exemplaires additionnels en s'adressant aux bureaux des ministères fédéral, provinciaux et territoriaux de l'Environnement ou au Secrétariat du CCME, 326, avenue Broadway, bureau 400, Winnipeg (Manitoba) R3C 0S5, n° de téléphone : (204) 948-2090.

Le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) est la principale tribune intergouvernementale canadienne de discussion et d'action conjointe en matière de questions environnementales de portée nationale, internationale et globale. Les 13 gouvernements membres du CCME collaborent à l'élaboration de normes, de pratiques et de lois environnementales harmonisées à l'échelle nationale.

Le Conseil canadien des ministres
de l'environnement
326 Broadway, bureau 400
Winnipeg (Manitoba) R3C 0S5

Téléphone: (204) 948-2090
Télécopieur: (204) 948-2125



ISBN 0-919074-15-4
CCME-EPC-60F