

# Les produits chimiques toxiques dans les Grands Lacs et leurs effets connexes

LIBRARY  
BEDFORD INSTITUTE OF  
OCEANOGRAPHY  
BOX 1006  
DARTMOUTH, N.S. B2Y 4A7

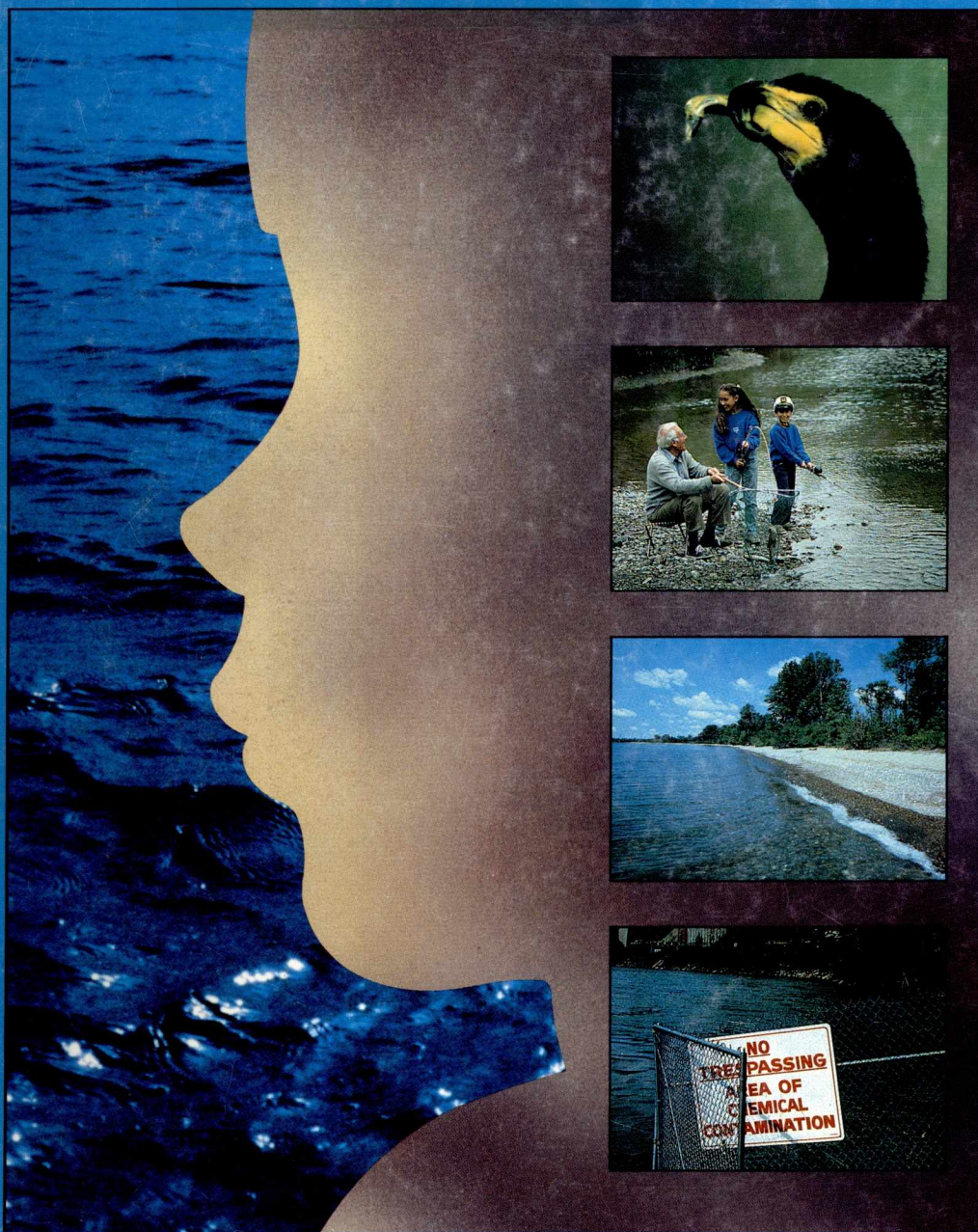
GULF REGIONAL LIBRARY  
FISHERIES AND OCEANS  
BIBLIOTHEQUE REGION DU GOLFE  
PÊCHES ET OcéANS

DFO - Library / MPO - Bibliothèque



07007079

## RÉSUMÉ



TD  
223.3  
C3514



Gouvernement  
du Canada

Government  
of Canada

# Les produits chimiques toxiques dans les Grands Lacs et leurs effets connexes

## RÉSUMÉ

GULF REGIONAL LIBRARY  
FISHERIES AND OCEANS  
BIBLIOTHEQUE REGION DU GOLFE  
PECHES ET OCEANS

THE LIBRARY  
BEDFORD INSTITUTE OF  
OCEANOGRAPHY  
BOX 1006  
DARTMOUTH, N.S. B2Y 4A2

APR 08 1991

Mars 1991

TD  
223.2  
C3514



Le présent rapport est imprimé sur du papier recyclé contenant des fibres récupérées. L'encre utilisée est à base d'huile végétale, ce qui réduit le contenu en solvants toxiques. La couverture a été enduite de vernis afin de la protéger.

Available in English upon request.

© Ministre des Approvisionnement et Services, Canada, 1991  
N° de cat. En 37-94/1990F  
ISBN 0-662-96479-9

# Table des matières

<b>Résumé des principales constatations</b>	<b>vii</b>
Préambule / 1	
<b>1. Introduction</b>	<b>3</b>
Un survol historique / 4	
La nature du problème / 6	
<b>2. Les contaminants dans l'eau et les sédiments</b>	<b>8</b>
L'eau / 8	
Les sédiments / 9	
<b>3. Les contaminants toxiques : niveaux et effets dans le réseau trophique des Grands Lacs</b>	<b>11</b>
Les résidus de contaminants / 12	
Un inventaire des effets / 21	
<b>4. Le cas de quelques espèces des Grands Lacs</b>	<b>27</b>
Le Cormoran à aigrettes / 27	
Le Pygargue à tête blanche / 27	
Le Goéland argenté / 29	
La Sterne pierregarin / 29	
Le vison / 30	
La chélydre serpentine / 30	
Le touladi / 31	
<b>5. L'exposition et les niveaux de contamination chez les êtres humains</b>	<b>32</b>
L'exposition / 32	
Les données sur les tissus humains / 35	
<b>6. Les effets des produits chimiques toxiques sur la santé humaine</b>	<b>37</b>
L'évaluation des données relatives à la santé humaine / 37	
Les études sur la population globale / 38	
Les études des populations choisies / 39	
Les répercussions possibles de certains polluants / 40	
<b>7. Synthèse</b>	<b>41</b>
<b>Annexe : Polluants critiques</b>	<b>43</b>
Composition du Comité de direction et du Groupe de travail / 47	
Remerciements / 47	
Lectures suggérées / 49	
Glossaire / 51	

# Liste des tableaux

Tableau 1	Population et utilisation des terres dans le bassin des Grands Lacs.....	3
Tableau 2	Apports chimiques aux Grands Lacs et pourcentage attribuable aux dépôts atmosphériques .....	6
Tableau 3	Particularités hydrologiques des Grands Lacs et des voies interlacustres .....	7
Tableau 4	Substances toxiques persistantes dans les Grands Lacs .....	9
Tableau 5	Concentrations de contaminants organochlorés dans les œufs du Goéland argenté des colonies des Grands Lacs, 1989 .....	16
Tableau 6	Critères de consommation du poisson .....	21
Tableau 7	Espèces de poissons et d'animaux affectées par les contaminants des Grands Lacs .....	23
Tableau 8	Concentrations d'organochlorés dans les œufs provenant des nids de Pygargues à tête blanche du bassin des Grands Lacs, 1986-1988.....	28

# Liste des figures

Figure 1	Bassin des Grands Lacs .....	2
Figure 2	Réseau trophique des Grands Lacs.....	10
Figure 3	Bioamplification des BPC et du mercure dans le réseau trophique du lac Ontario, 1982 .....	11
Figure 4	Concentrations de contaminants dans le touladi des Grands Lacs, 1977-1988 .....	13
Figure 5	Concentrations de dioxine dans le touladi du lac Ontario, 1977-1988.....	14
Figure 6	Concentrations de dioxine dans les œufs de Goélands argentés .....	14
Figure 7	Concentrations de mirex dans les poissons du lac Ontario, 1977-1988.....	14
Figure 8	Résidus de BPC et de DDT dans les queues à tache noire prélevées à divers endroits dans le lac Ontario, 1975-1987 .....	15
Figure 9	Tendances des concentrations de DDE dans les œufs du Goéland argenté des Grands Lacs .....	18
Figure 10	Concentrations moyennes de BPC dans le saumon coho du lac Ontario, prélevé dans la rivière Credit, 1972-1988 .....	19
Figure 11	Concentrations moyennes de mercure dans le doré prélevé dans le lac Sainte-Claire, 1970-1989.....	19
Figure 12	Concentrations de BPC dans les poissons gibiers de diverses longueurs prélevés dans les Grands Lacs.....	20
Figure 13	Malformations congénitales signalées dans la progéniture des oiseaux piscivores des Grands Lacs, 1971-1985 .....	22
Figure 14	Pourcentage de tumeurs du foie dans les poissons prélevés à divers endroits dans les Grands Lacs .....	25
Figure 15	Ingestion et excrétion de contaminants par le corps humain .....	32



# Résumé des principales constatations

La fabrication croissante et l'utilisation généralisée des métaux et des produits chimiques de synthèse depuis les années 1940 ont contaminé l'environnement. Certes, on connaît depuis longtemps la présence de produits chimiques toxiques persistants dans les Grands Lacs, mais ce n'est que récemment qu'on a commencé à s'inquiéter des effets éventuels de ces produits sur la santé de l'être humain.

Le présent rapport résume l'état des connaissances au sujet des niveaux et des effets des produits chimiques toxiques observés dans l'eau, les sédiments, les poissons et la faune du bassin des Grands Lacs ainsi que dans les êtres humains qui y habitent. En voici les principales constatations (on en trouvera un compte rendu complet dans les deux volumes techniques du rapport) :

1. Les concentrations de produits chimiques toxiques dans les eaux libres des Grands Lacs (qui s'expriment en quelques parties par billion) satisfont aux objectifs de l'accord canado-américain relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs. Ces objectifs, qui visent à protéger l'utilisateur le plus sensible (c'est-à-dire le biote aquatique), respectent en tous points les normes canadiennes et internationales sur l'eau potable. Dans les régions du littoral telles que les ports, les voies interlacustres et les baies, il arrive que les concentrations soient supérieures aux objectifs de l'Accord.
2. L'analyse des sédiments de fond révèle que les apports de produits chimiques organiques synthétiques et de métaux lourds dans les lacs ont atteint un sommet au cours des années 1960 et 1970, pour connaître ensuite un déclin durant les années 1980. Les baisses enregistrées témoignent d'une réglementation plus rigoureuse de l'utilisation des pesticides organochlorés, des BPC et du mercure au début des années 1970.
3. Les niveaux de contaminants dans les poissons et les oiseaux aquatiques des Grands Lacs sont considérablement moindres que les niveaux observés au cours des années 1970. Depuis le début des années 1980, les niveaux de contaminants dans la faune sont cependant demeurés essentiellement les mêmes. Les niveaux dans le poisson ont, quant à eux, fluctué, quoique aux alentours de niveaux moindres. La stabilisation des niveaux de contaminants atteste la persistance du rejet de produits chimiques dans le bassin des Grands Lacs.
4. Les Grands Lacs constituent le plus vaste territoire de pêche en eau douce de la planète. Dès le début des années 1970, on a interdit la pêche commerciale dans les lacs Sainte-Claire et Érié en raison de la présence de contaminants toxiques. Depuis lors, on a interdit la pêche commerciale de certaines espèces dans tous les Grands Lacs. Au début des années 1980, on a levé quelques interdictions de pêche, notamment celle du doré dans la partie ouest du lac Érié et dans le lac Sainte-Claire. Toutefois, les marchés commerciaux de nombreuses espèces sont toujours fermés en raison de la contamination par des produits chimiques.
5. Des avis relatifs à la consommation de poisson gibier ont été publiés pour 36 des 42 «secteurs préoccupants» les plus contaminés. Ces avis portent le plus souvent sur les prédateurs qui connaissent une vie relativement longue et sont situés au sommet du réseau trophique tels que le touladi, le saumon et le doré ainsi que sur les poissons, tels que la carpe, qui vivent dans les milieux contaminés du littoral. Des avis sur la consommation de touladi sont en vigueur dans tous les Grands Lacs — y compris tous les lieux échantillonnés du lac Ontario — sauf le lac Érié. Dans le cas du touladi, le nombre d'avis émis pour les lacs Ontario et Supérieur est demeuré le même depuis 1983.
6. Des analyses multimédias des données relatives à l'ensemble du pays et à la région des Grands Lacs révèlent que de 80 à 90% de l'exposition des êtres humains aux produits organochlorés persistants est due à l'alimentation, tandis que de 5 à 10% provient de l'air et moins de 1% de l'eau. L'eau potable tirée des lacs et traitée par les municipalités contient d'infimes quantités d'organochlorés, lesquelles sont habituellement conformes aux recommandations en vigueur pour la qualité de l'eau potable au Canada.
7. Il est difficile de distinguer les effets des contaminants sur les populations et les communautés de poissons des Grands Lacs des effets de la surpêche, de la perte d'habitats et de l'introduction d'espèces exotiques. De nombreuses preuves indirectes montrent que les contaminants jouent un rôle dans les décès massifs d'embryons de touladis survenus dans le lac Michigan au début des années 1980.
8. Certaines données de laboratoire révèlent de façon convaincante que les produits chimiques toxiques finissent par nuire à la survie, à la croissance et à la reproduction de certaines espèces de poissons des

Grands Lacs. Beaucoup des réactions sublétales aux produits chimiques telles que l'augmentation de l'activité enzymatique, la déformation des nageoires et l'apparition de tumeurs dénotent la métabolisation des substances toxiques par les poissons. En raison de leur association étroite avec les sédiments contaminés, les espèces de fond telles que la barbotte brune et le meunier noir ont servi à contrôler la prévalence de tumeurs chez les poissons de l'ensemble des Grands Lacs. Ces deux espèces souffrent de tumeurs du foie et de l'épiderme, ces dernières semblant être associées à des facteurs autres que chimiques. Toutefois, la répartition géographique des tumeurs du foie et les résultats des études en laboratoire donnent fortement à croire que ces tumeurs sont le fait de produits chimiques présents dans l'environnement.

9. Onze espèces fauniques (deux mammifères, huit oiseaux et un reptile) du bassin des Grands Lacs ont connu divers problèmes, dont des difficultés de reproduction attribuables aux contaminants chimiques. Toutes sont des espèces piscivores qui vivent longtemps. Au cours de la dernière décennie, on a constaté des reprises significatives de la reproduction et des augmentations de la population chez la plupart des espèces d'oiseaux touchées. Les problèmes graves sont maintenant confinés à certaines régions. Ainsi, on constate toujours des problèmes de reproduction et des malformations congénitales chez les cormorans et les sternes des lacs Michigan et Huron, et chez la chélydre serpentine (une tortue) du port de Hamilton, dans le lac Ontario. Malgré l'amélioration de la capacité de reproduction, plusieurs indicateurs biologiques — les niveaux de vitamine A, la fonction de la glande thyroïde, la biosynthèse du hème et l'activité des enzymes de détoxication — demeurent anormaux chez les goélands sur de vastes superficies du bassin des Grands Lacs.
10. L'augmentation des populations de deux espèces, soit le cormoran et le Goéland à bec cerclé, dépasse les variations normalement enregistrées pour des vertébrés. Ces populations sont maintenant de 20 à 40 fois supérieures aux nombres relevés antérieurement. Ces augmentations sans précédent témoignent d'une modification fondamentale de l'écosystème des Grands Lacs.
11. Malgré certaines améliorations, le nombre des Pygargues à tête blanche sur les Grands Lacs infé-

rieurs ne représente toujours qu'une petite fraction de ce qu'il était. Les couples qui nichent le long du littoral des lacs Michigan et Huron continuent d'éprouver des problèmes de reproduction, et l'on n'a enregistré aucune tentative de nidification sur le lac Ontario depuis 1951. Dans certaines régions, il est possible que l'absence d'habitat entrave la récupération de l'espèce.

12. Des malformations congénitales ont été relevées chez les oisillons de dix espèces piscivores du bassin des Grands Lacs. La prévalence de becs croisés chez les oisillons du cormoran de la baie Green est de 22 à 87 fois supérieure à la normale. Même si les taux ont baissé, les oisillons des cormorans et des sternes présentaient encore des malformations congénitales dans le lac Ontario en 1988. Chez les chélydres serpentines du littoral des lacs Ontario et Érié, on constate un plus faible taux d'éclosion des œufs et une plus grande incidence de malformation des embryons que chez les populations de l'intérieur.
13. Les études de la faune ont révélé que les effets sur le développement et la reproduction peuvent être observés chez une foule d'espèces, notamment les oiseaux, les reptiles, les poissons et les mammifères exposés à des mélanges de contaminants présents dans le bassin des Grands Lacs. Même s'il existe des différences dans le comportement et dans l'exposition entre les humains et la faune, les constatations des recherches laissent entendre que les études sur les populations humaines devraient examiner ces effets subtils sur la santé.
14. Les quelques études publiées à ce jour révèlent que l'incidence de cancer et de mortalité ainsi que les problèmes de reproduction ne sont pas plus élevés dans le bassin des Grands Lacs que dans toute autre région fortement industrialisée du pays. Certaines études épidémiologiques établissent effectivement un lien entre la consommation de poisson contaminé par les mères et les effets nocifs sur le développement de leurs enfants. De toute évidence, certaines sous-populations (les nourrissons et les grands consommateurs de poisson et de gibier contaminés) du bassin des Grands Lacs et d'ailleurs au Canada sont plus exposés aux contaminants et sont donc plus à risque. D'autres, telles que les personnes âgées, les fœtus ou les personnes malades, courent aussi de plus grands risques en raison de leur sensibilité possible aux effets des polluants. Il n'existe pas encore d'études suffisantes pour ces sous-populations.

15. Les rares données disponibles sur les résidus dans les tissus humains laissent entendre que la population du bassin des Grands Lacs n'est probablement pas exposée à des niveaux plus élevés des polluants les plus persistants que les habitants du reste de l'Amérique du Nord. Toutefois, les personnes qui consomment de grandes quantités de poissons et d'animaux contaminés, particulièrement les autochtones ainsi que les pêcheurs et chasseurs sportifs, sont davantage exposées à plusieurs de ces polluants. Des niveaux élevés de contaminants dans le bassin des Grands Lacs (et ailleurs) menacent effectivement la santé, bien qu'on ignore la nature et la portée précise de cette menace. Les habitants du bassin qui consomment de grandes quantités de poissons et d'animaux contaminés devraient être sensibles à ces préoccupations et réduire leur consommation de poissons gibiers et d'animaux conformément aux avis en vigueur.
  
16. Si l'on entend réduire davantage la contamination globale des Grands Lacs, il faudra régler des problèmes tels que la remobilisation, dans le réseau trophique, des produits chimiques à partir des sédiments de fond contaminés, le transport atmosphérique à grande distance de produits chimiques toxiques vers les lacs, le lent écoulement de contaminants provenant de dépotoirs de déchets dangereux, le transfert de contaminants par les affluents des lacs et les rejets de sources ponctuelles encore mal réglementées.

# Préambule

Ce rapport résume l'état actuel des connaissances scientifiques sur les concentrations de produits chimiques toxiques dans les Grands Lacs et leurs effets connexes sur les poissons, la faune et les êtres humains vivant dans le bassin.

Au cours des 30 derniers mois, Environnement Canada, le ministère des Pêches et des Océans et Santé et Bien-être social Canada se sont associés pour recenser les renseignements sur les niveaux, les tendances et les effets des produits chimiques toxiques persistants dans le bassin des Grands Lacs. Ce travail a donné lieu à la production d'un rapport technique en deux volumes intitulé *Les produits chimiques toxiques dans les Grands Lacs et leurs effets connexes*. Le volume I documente les niveaux de produits chimiques dans l'eau, les sédiments, les poissons, la faune et les êtres humains. Quant au volume II, il donne l'état des connaissances au sujet des effets de ces contaminants sur les poissons, la faune et les êtres humains, ainsi qu'une synthèse qui représente un consensus scientifique sur le sens des données techniques contenues dans les deux volumes. Les renseignements fournis dans le présent résumé sont tirés de ces volumes.

Que ce soit par des textes, des paroles ou des images, beaucoup d'information a été diffusée sur les niveaux de produits chimiques toxiques circulant dans toute la biosphère. On a cependant produit moins de documents au sujet de leurs effets sur chaque espèce. Il existe encore moins d'études sur les conséquences pour la santé de l'être humain, validées par les scientifiques et les professionnels de la santé comme étant bien fondées ou complètes.

Compte tenu de notre connaissance des produits chimiques et de la toxicologie, il est permis de croire que les produits chimiques persistants présents dans l'environnement ont un effet considérable sur la faune. Nous connaissons toujours fort mal les effets sur une personne par suite de son exposition à des produits chimiques organiques et à des métaux toxiques tout au long de sa vie. Malgré certaines incertitudes, il est évident que les produits chimiques toxiques menacent l'ensemble de l'écosystème. C'est pourquoi l'accord canado-américain relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs a reconnu le principe d'élimination virtuelle de substances toxiques rémanentes des lacs. Les gouvernements nationaux des deux pays ainsi que la province d'Ontario, les huit États des Grands Lacs et les grandes municipalités s'acheminent vers ce but au moyen de règlements, de mesures de lutte contre la pollution et d'éducation populaire. Entretemps, les programmes gouvernementaux continuent de surveiller la santé de l'écosystème, d'évaluer dans quelle mesure les produits chimiques toxiques y portent atteinte et de mettre au point des moyens de réduire les conséquences des expositions.

Dans ce rapport, on utilise indifféremment les termes et expressions «contaminants», «polluants», «substances toxiques persistantes ou rémanentes» et «produits chimiques toxiques». Un certain nombre de substances toxiques persistantes sont des métaux, mais la majorité sont des produits chimiques organiques. Les termes et expressions «organochlorés», «pesticides organochlorés» et «produits chimiques organochlorés» figurent dans le texte. On trouvera à la fin du document un glossaire qui présente la définition des termes et expressions techniques utilisés dans le rapport.



**FIGURE 1 Bassin des Grands Lacs**

Note : Les 42 «secteurs préoccupants» sont identifiés.

## Introduction

Les Grands Lacs laurentiens constituent la plus grande étendue d'eau douce du globe. Ils contiennent une incroyable quantité d'eau — 22 000 kilomètres cubes — soit l'équivalent de 21 % des eaux douces de surface de la planète. L'écoulement sortant des Grands Lacs est relativement faible, compte tenu de la quantité d'eau qu'ils renferment. Chaque année, moins de 1 % de l'eau des Grands Lacs s'écoule par le fleuve Saint-Laurent.

Les estimations du dernier recensement révèlent que 8 millions de Canadiens et 28 millions d'Américains habitent dans le bassin hydrographique des Grands Lacs (tableau 1). On y trouve 28 villes de plus de 50 000 habitants et 13 400 installations manufacturières et indus-

trielles. Nous utilisons les lacs et leurs affluents ainsi que les voies interlacustres pour l'approvisionnement en eau, les loisirs, le transport des marchandises et l'évacuation des déchets chimiques et biologiques. La production et le rejet de produits chimiques auxquels donnent lieu les fortes densités démographiques et industrielles du bassin des Grands Lacs ont soulevé maintes inquiétudes tant au sujet des répercussions de l'activité humaine sur l'écosystème que des conséquences d'un écosystème contaminé pour la santé. Récemment, on a reconnu que l'ampleur des dépôts atmosphériques de produits chimiques provenant de l'extérieur du bassin et que les contaminants contenus dans les aliments représentaient aussi des facteurs importants d'exposition pour les êtres humains.

**TABLEAU 1**  
Population et utilisation des terres dans le bassin des Grands Lacs

	Supérieur	Michigan	Huron	Érié	Ontario
<b>Population</b>					
Canada (1986)	176 365	—	1 053 115	1 705 470	4 867 880
É.-U. (1986)	487 100	12 051 200	1 408 000	10 827 300	2 507 400
Total	663 465	12 051 200	2 461 115	12 532 770	7 375 280
<b>Utilisation des terres dans le bassin (pourcentage)</b>					
<u>Agricole</u>					
Canada	0,5	—	21	80	44
É.-U.	6,0	44	40	63	33
Total	3,0	44	27	67	39
<b>Utilisation du littoral (pourcentage)</b>					
<u>Agricole</u>					
Canada	s.o.	—	4	21	30
É.-U.	s.o.	20	15	14	33
<u>Résidentielle et commerciale</u>					
Canada	s.o.	—	69	49	43
É.-U.	s.o.	51	74	57	48
<u>Récréative et autres</u>					
Canada	s.o.	—	27	30	27
É.-U.	s.o.	29	11	29	19

s.o. : sans objet

Source : *Les Grands Lacs : Atlas écologique et manuel des ressources, 1988*. Données démographiques : Statistique Canada.

# Un survol historique

La transformation contemporaine de l'écosystème du bassin des Grands Lacs a débuté avec l'arrivée des immigrants européens à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle. La colonisation, l'exploitation forestière et l'agriculture ont d'abord modifié le paysage et l'écosystème aquatique. Il s'ensuivit des problèmes bactériologiques occasionnés par les égouts urbains. Au cours du XX<sup>e</sup> siècle, les activités humaines ont entraîné une diminution des populations de poissons en raison de la surpêche, une modification draconienne du littoral causée par d'intenses activités riveraines et l'eutrophisation excessive du lac Érié. Au fur et à mesure qu'augmentaient la fabrication et l'utilisation de produits chimiques de synthèse ainsi que la production de déchets industriels et domestiques, s'accroissait l'utilisation des lacs à des fins de dépotoir, d'où leur pollution toujours plus prononcée. Par exemple :

- Dès 1963, des études sur le Goéland argenté du lac Michigan révélaient un affaiblissement de sa capacité de reproduction et la présence de niveaux élevés de DDT/DDE.
- En 1968, on a trouvé de fortes concentrations de mercure dans les sédiments des lacs Ontario et Huron. À l'époque, les industries utilisant le procédé au chlore et à la soude caustique rejetaient le mercure directement dans les rivières et les lacs. En 1970, on a trouvé du mercure dans le poisson des lacs Huron et Sainte-Claire ainsi que dans celui de la partie ouest du lac Érié, la partie est du lac Ontario et dans le fleuve Saint-Laurent; ces lacs ont dû être fermés à certaines pêches commerciales.
- En 1971, un biologiste de la faune qui visitait une colonie de Sternes pierregarins dans le port de Hamilton a repéré des œufs contenant des embryons morts et un jeune oisillon présentant une malformation du bec. On a par la suite établi un rapport entre ces problèmes et la présence de BPC, de DDT/DDE et d'hexachlorobenzène dans les œufs.
- En 1971, à la suite de la découverte de résidus de BPC dans le poisson, le service d'hygiène publique du Michigan a émis le premier avis de l'histoire des Grands Lacs pour limiter la consommation de touladi et de saumon provenant du lac Michigan.
- En 1974, on a décelé la présence de mirex dans le poisson provenant de la baie de Quinte. Les seules sources connues de ce produit sont une usine de fabrication sur la rivière Niagara et une autre sur le lac Ontario.
- En 1976, l'Ontario a publié son premier *Guide pour la consommation du poisson gibier de l'Ontario*. L'édition de 1990 présente des lignes directrices

## Les polluants critiques

En 1985, la Commission mixte internationale (CMI) a qualifié de polluants critiques pour les Grands Lacs, 11 des contaminants toxiques les plus persistants et répandus. Il s'agit des BPC, du DDT et de ses métabolites, de la dieldrine, du toxaphène, de la dioxine (2,3,7,8-TCDD), des furanes (2,3,7,8-TCDF), du mirex, de l'hexachlorobenzène, du mercure, du plomb alkylé et du benzo[a]pyrène (B[a]P). Huit de ces polluants critiques sont des composés organochlorés qui posent un danger pour la vie en raison de leurs caractéristiques chimiques et de leur toxicité manifeste. Liposolubles et persistants dans l'environnement, beaucoup d'entre eux ont été utilisés comme pesticides ou produits chimiques industriels. On les trouve aussi dans les déchets industriels, dans les produits de combustion de déchets ou de combustibles ainsi qu'en tant qu'impuretés dans les pesticides.

Tous ces produits chimiques, fort répandus, ont tendance à s'accumuler dans les organismes, à se concentrer dans le réseau trophique et, malgré certains règlements, à persister à des niveaux supérieurs aux normes dans certaines régions de l'écosystème. En 1985, un inventaire des produits chimiques réalisé pour le compte de la CMI a permis de répertorier près de 1 000 composés. Trois cent soixante-deux ont été mesurés au moins une fois dans le bassin, et des profils de toxicité ont été préparés pour environ 200 d'entre eux. Ces profils sont fondés sur une revue documentaire des écrits scientifiques traitant de la toxicité aiguë, subchronique et chronique, de la cancérogénicité, de la mutagénicité et des effets sur la reproduction, lesquels englobent la tératogénicité (toxicité développementale), l'immunotoxicité et la neurotoxicité ainsi que des effets sur le comportement.

### On trouvera à l'annexe des renseignements supplémentaires sur chacun des 11 polluants critiques.

Nombre des produits chimiques présents dans les Grands Lacs se rangent dans la catégorie des composés organiques volatiles, qui ont tendance à s'évaporer. Ces produits chimiques se dégradent assez rapidement (ils sont non persistants); toutefois, ils sont très répandus et certains sont fort toxiques. Le présent rapport s'intéresse avant tout aux substances toxiques persistantes, mais il y a lieu de s'inquiéter des substances toxiques organiques volatiles.

sur la consommation de poisson pêché dans près de 2 000 emplacements des Grands Lacs et de leurs voies interlacustres ainsi que dans les lacs et rivières de l'intérieur.

- En 1978, le Love Canal, situé à proximité de Niagara Falls (New York), a été déclaré territoire présentant une menace pour la santé, et 238 foyers ont dû être évacués. Une bouillie de solvants, de pesticides et de boues industrielles, abandonnés depuis longtemps

dans un canal d'évacuation désaffecté, s'était infiltrée dans les terrains des habitants. En bout de ligne, 1 030 foyers ont été évacués.

- À la fin des années 1970, le mot «dioxine» est entré dans le vocabulaire pour désigner le produit chimique le plus toxique jamais trouvé dans l'écosystème des Grands Lacs.
- Aujourd'hui, les sondages ne cessent de révéler que les Canadiens et les Canadiennes s'inquiètent de l'effet de l'exposition aux produits chimiques toxiques sur leur santé et souhaitent que les gouvernements interviennent avec fermeté pour atténuer l'objet de leurs craintes.

Les gouvernements ont pris des mesures pour lutter contre la contamination progressive des Grands Lacs. En voici des exemples :

- En 1978, on a révisé l'entente canado-américaine, intitulée l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs (ARQEG), afin de tenir compte de la contamination par les substances toxiques persistantes. On a adopté une philosophie d'élimination des rejets de ces produits chimiques.
- En 1976, une loi fédérale pour lutter contre les produits chimiques qui menacent sensiblement la santé humaine et l'environnement est entrée en vigueur (*Loi sur les contaminants de l'environnement*).
- En 1980, le Canada a interdit l'utilisation des BPC ailleurs que dans le matériel électrique et mécanique existant. Il a aussi interdit l'importation ou la fabrication de tout matériel contenant des BPC.
- En 1987, l'ARQEG a connu des modifications. Les gouvernements du Canada et des États-Unis ainsi que la province d'Ontario et les huit États riverains des Grands Lacs se sont engagés à dépolluer les 42 lieux gravement pollués du bassin des Grands Lacs. (Ces «secteurs préoccupants» sont indiqués sur la figure 1.)
- En 1987, les deux pays ont signé une déclaration d'intention en vue de réduire, d'au moins 50 % avant 1996, le rejet de certains produits chimiques dans la rivière Niagara.
- En 1988, la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (LCPE) est entrée en vigueur. Cette loi cadre permet de formuler et de faire respecter les mesures de contrôle des substances toxiques tout au long de leur cycle de vie.
- Des modifications devront être apportées au procédé de blanchiment au chlore (utilisé dans dix usines des Grands Lacs) par suite de nouveaux règlements établis en vertu de la LCPE pour contrôler la présence de dioxines et de furanes dans les eaux résiduaires des usines de pâtes et papiers. Cette réforme mènera à

## Le comportement des produits chimiques toxiques dans l'écosystème

Le cheminement et le sort des produits chimiques toxiques dans les Grands Lacs sont assujettis à des lois physiques, chimiques et biologiques. Une molécule d'un produit chimique présent dans l'eau peut subir des réactions chimiques qui modifient sa structure et augmentent ou diminuent sa toxicité. Elle peut être intégrée au biote, déposée dans les sédiments au fond du lac ou vaporisée dans l'atmosphère. Les solvants industriels rejetés dans l'eau ont tendance à s'évaporer et à se dégrader dans l'atmosphère, à moins d'être précipités de nouveau. Certains indices laissent croire que les produits chimiques organochlorés déposés dans le passé «s'évaporent» des lacs. Ce mécanisme contribue à leur détoxification, mais il permet aussi à ces substances de se répandre ailleurs sur la planète. Dans les voies navigables, les baies et les lacs peu profonds tels que le lac Érié, le lac Sainte-Claire, la baie Saginaw et la baie de Quinte, il arrive que les sédiments soient remués, ce qui remet en suspension du matériel, notamment des produits chimiques toxiques, qui pourra se retrouver dans des systèmes biologiques. Une certaine proportion de produits chimiques toxiques, présents sous forme soluble ou solide dans l'eau et les sédiments, sera inévitablement intégrée au réseau trophique aquatique.

On parle de bioaccumulation lorsqu'une substance se concentre dans un organisme plus vite que celui-ci ne peut l'excréter. Les organismes prédateurs amplifient la concentration dans leur propre corps en consommant de grandes quantités de proies contaminées. Par exemple, les oiseaux aquatiques piscivores, tels que les Goélands argentés, accumulent de plus fortes concentrations dans leur corps que les poissons qu'ils consomment.

Les procédés chimiques et biologiques aident aussi à éliminer les produits chimiques toxiques. Les systèmes vivants des lacs dépendent de la productivité primaire du plancton. Lorsque la teneur en sels nutritifs est à la hausse, la production du plancton augmente et les substances toxiques qui passent dans le réseau trophique demeureront au niveau inférieur ou seront enfouies par sédimentation. Le plancton excédentaire empêche effectivement les produits chimiques d'atteindre les niveaux trophiques supérieurs. C'est ce que l'on peut observer dans le lac Érié où les tissus des poissons et des oiseaux renferment des quantités sensiblement moindres de certains produits chimiques toxiques persistants.

l'élimination virtuelle des dioxines et des furanes dans les effluents d'ici à 1996.

- En 1990, le Canada et les États-Unis ont convenu d'établir une stratégie de prévention de la pollution dans les Grands Lacs. On dressera un plan d'action que devront adopter tous les secteurs de la société en vue d'atteindre cet objectif d'élimination virtuelle.

# La nature du problème

Les substances toxiques persistantes dans l'environnement sont acheminées vers les lacs par les tuyaux de déversement d'usines, l'écoulement des stations d'épuration des eaux usées et les égouts pluviaux. Il s'agit là de ce qu'on appelle souvent les «sources ponctuelles» qui sont assujetties à divers règlements. Le niveau de traitement dépend du secteur industriel, de la ville et des règlements en vigueur. Les quantités en cause peuvent être considérables. Par exemple, la ville de Detroit déverse quotidiennement près de 3,2 milliards de litres d'eaux usées (700 millions de gallons) dans la rivière Detroit, qui reçoit aussi environ 73 kilogrammes de BPC par année.

Les produits chimiques toxiques empruntent d'autres voies pour atteindre les Grands Lacs, dont les dépôts atmosphériques. Les produits chimiques présents dans le bassin des Grands Lacs ont pu être acheminés par l'atmosphère sur des milliers de milles, ce qui rend difficile une réglementation dans des régions cibles. En raison de la vaste superficie des lacs Supérieur, Huron et Michigan, une bonne part de leurs contaminants provient de l'atmosphère (tableau 2).

Le ruissellement de pesticides organochlorés provenant des terres agricoles vers les cours d'eau, puis vers les lacs, constitue une autre source importante de contamination, qualifiée souvent de «non ponctuelle». Au cours des années 1960 et 1970, on a limité l'utilisation du DDT, de l'hexachlorobenzène et de la dieldrine.

Les déchets chimiques entreposés en grandes quantités par les industries et par les municipalités dans des décharges et des dépotoirs représentent une quatrième source. Au fil du temps, ces installations d'entreposage

souterrain ont laissé s'échapper des quantités inconnues de produits chimiques dangereux dans la nappe phréatique. L'infiltration à partir de dépotoirs situés le long de la frontière de la Niagara continue de polluer les eaux souterraines et, de là, la rivière Niagara. On estime à 315 kilogrammes par jour la quantité de produits chimiques toxiques que les plus grands entrepôts de produits chimiques dangereux des États-Unis, situés dans un rayon de trois milles de la rivière, laissent s'y échapper.

Grâce aux actuelles techniques d'analyse, les scientifiques peuvent déceler dans l'eau des concentrations de certains produits chimiques à un niveau d'une partie par mille milliards. (Par comparaison, un odorat sensible peut déceler l'odeur de mazout à une partie par milliard, ce qui est un milliard de fois supérieur à une partie par mille milliards). La Commission mixte internationale (CMI) a dressé une liste provisoire de 362 produits chimiques qui, à son avis, se retrouvent sans conteste dans l'eau des Grands Lacs. Ces mesures indiquent que tel ou tel composé est présent dans l'écosystème des Grands Lacs, sans révéler toutefois sa source ou ce qu'il en adviendra. En analysant les carottes de sédiments provenant du fond des lacs, les scientifiques ont pu reconstituer le fil des événements. La contamination chimique des Grands Lacs s'est aggravée après la Seconde Guerre mondiale et s'est exacerbée jusqu'aux années 1970. Les concentrations mesurées dans le fond des lacs et dans le tissu des poissons, des oiseaux et des êtres humains confirment la présence soutenue de produits chimiques toxiques persistants dans l'écosystème (voir l'encadré, page 5).

**TABLEAU 2**  
Apports chimiques<sup>1</sup> aux Grands Lacs et pourcentage attribuable aux dépôts atmosphériques

	BASSIN DU LAC									
	Supérieur		Michigan		Huron		Érié		Ontario	
	kg/an	%	kg/an	%	kg/an	%	kg/an	%	kg/an	%
BPC	606	90	685	58	636	63	2 520	7	2 540	6
DDT	92	97	65	98	92	97	319	22	111	32
Benzo[a]pyrène	72	96	208	86	290	80	122	79	155	72
Plomb	241	97	543	99	430	94	567	39	426	50

1. Les données nécessaires à l'établissement du bilan massique n'étaient suffisantes que pour ces quatre produits chimiques et le mirex; même dans ces cas, il demeure beaucoup d'incertitudes.

**Note :** Les lacs supérieurs, soit le lac Supérieur, le lac Michigan et le lac Huron, reçoivent une fraction significative de leurs BPC, DDT et plomb directement de l'atmosphère. Comparativement aux lacs inférieurs, ils ont une plus grande superficie et moins de sources de contamination locales. En termes absolus, l'apport total de BPC aux lacs inférieurs est quatre fois plus élevé qu'aux lacs supérieurs en raison des sources locales.

**Source :** *Mass Balancing of Toxic Chemicals in the Great Lakes*, Commission mixte internationale, 1988.

## Les caractéristiques hydrologiques

Les cinq Grands Lacs sont reliés par quatre voies interlacustres et drainés par le fleuve Saint-Laurent. Les lacs et les voies possèdent leurs attributs propres qui influent sur le comportement des produits chimiques qui entrent dans leurs eaux. Le tableau 3 montre que le temps de séjour varie considérablement d'un lac à l'autre. Une molécule d'eau qui est entrée dans le lac Supérieur en

1960 pourrait y demeurer jusqu'au XXII<sup>e</sup> siècle. Par contre, la rivière Niagara et le fleuve Saint-Laurent permettent un écoulement très rapide des lacs Érié et Ontario. Les voies interlacustres acheminent rapidement l'eau et les sédiments en aval; les déchets provenant de la forte concentration d'industries le long des rivières St. Clair, Detroit et Niagara sont acheminés vers les lacs inférieurs.

**TABLEAU 3**  
Particularités hydrologiques des Grands Lacs et des voies interlacustres

	Supérieur	Michigan	Huron	Érié	Ontario
Profondeur maximum (m)	405	281	229	64	244
Superficie du lac (km <sup>2</sup> )	82 100	57 800	59 600	25 700	18 960
Bassin versant (km <sup>2</sup> )	127 700	118 000	134 100	78 000	64 030
Total (km <sup>2</sup> )	209 800	175 800	193 700	103 700	82 990
Volume (km <sup>3</sup> )	12 230	4 920	3 540	480	1 640
Temps de séjour <sup>1</sup> (années)	191	99	22	2,6	6

	Rivière St. Marys	Rivière St. Clair	Lac Sainte-Claire	Rivière Detroit	Rivière Niagara	Fleuve Saint-Laurent
Longueur (km)	101-121	64	1 115 km <sup>2</sup> (superficie)	51	59	240
Débit moyen (m <sup>3</sup> /s)	2 200	5 200	—	5 300	5 800	7 200
Temps d'écoulement <sup>2</sup>	2 jours	21 h	2-9 jours	21 h	n.c.	n.c.
Temps d'écoulement des eaux de surface (heures)	<24	6	—	5	16	240

n.c. = non calculé

1. Le temps de séjour d'un lac est le temps qu'il faudrait pour remplacer toute l'eau si elle s'écoulait par l'issue.
2. Le temps d'écoulement d'une rivière est le temps nécessaire au remplacement complet de son eau.

**Note :** Le temps de séjour de tel ou tel produit chimique toxique dans un lac est inférieur à celui de l'eau en raison de facteurs tels que l'enfouissement dans les sédiments de fond, l'évaporation et la possibilité ou non de biodégradation.

**Source :** Environnement Canada.

## Les contaminants dans l'eau et les sédiments

### L'eau

**A**u cours des dernières années, on a mis au point des techniques d'analyse sensibles permettant de mesurer de très faibles concentrations de contaminants. Jusqu'à 1980, on disposait de très peu de données fiables sur les concentrations de métaux et de produits chimiques organiques toxiques présents dans l'eau des Grands Lacs. Aujourd'hui, il est possible de détecter de façon certaine les métaux, les pesticides et les produits chimiques industriels organiques en parties par billion voire, à l'occasion, en parties par mille billions.

Dans les eaux libres des Grands Lacs, on retrouve des produits chimiques synthétiques en parties par billion ou moins. Les eaux libres sont généralement moins polluées que les eaux du littoral. Le long du littoral ainsi que dans les ports, aux embouchures des cours d'eau, dans les baies et dans les voies interlacustres, on outrepassé souvent les recommandations pour la qualité de l'eau relatives à certains produits chimiques. Les recommandations sont elles-mêmes exprimées en parties par milliard ou moins (tableau 4).

À la lumière d'une évaluation globale de la concentration de produits chimiques toxiques dans l'eau, les sédiments en suspension et les sédiments de fond, les lacs Ontario, Michigan et Érié affichent la plus forte concentration de produits chimiques toxiques et persistants. Les lacs Supérieur et Huron sont les moins contaminés, sauf dans certaines régions bien circonscrites. Les concentrations de produits chimiques dans les eaux libres des lacs sont inférieures aux objectifs spécifiques établis en vertu de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs.

Afin de détecter la présence de produits chimiques organiques toxiques, on recueille habituellement d'importantes quantités d'eau, un procédé long et coûteux. Récemment, les programmes ont plutôt tenté de détecter les produits chimiques dans les 42 «secteurs préoccupants», y compris les voies interlacustres internationales (les rivières Niagara, Detroit, St. Clair et St. Marys) où l'on trouve des sources connues de produits chimiques prioritaires.

Les premières mesures de métaux toxiques (plomb, mercure, cadmium et arsenic) dans l'eau ont probablement été faussées par l'omniprésence de ces métaux sous forme de poussière dans le matériel d'échantillonnage et dans le laboratoire. Les concentrations réelles au cours des années 1960 et 1970 étaient probablement de loin inférieures à ce que l'on avait cru. Des techniques de laboratoire spéciales ont permis depuis d'éliminer ce problème. Il est par conséquent difficile pour les scientifiques de comparer les données chronologiques avec les données récentes, et l'on peut contester toute déclaration sur les tendances à long terme des concentrations de métaux dans l'eau. Les concentrations actuelles de métaux dissous dans l'eau se mesurent en parties par billion.

La détection et la mesure de très faibles concentrations de produits chimiques toxiques dans l'eau pourraient aider les scientifiques à établir un rapport entre la présence d'un contaminant dans des échantillons d'eau et les niveaux élevés décelés dans le plancton, le poisson et la faune. Malheureusement, il n'existe probablement aucun rapport simple entre la concentration de produits chimiques dans l'eau ou dans les sédiments, d'une part, et dans les organismes aquatiques, d'autre part. Environnement Canada et d'autres organismes mesurent les produits chimiques dans l'eau afin de déterminer si celle-ci répond ou non aux recommandations pour la qualité de l'eau. Ces mesures de la qualité de l'eau ambiante s'avèrent toutefois imprécises à des fins de diagnostic. Les concentrations dans les voies interlacustres et le long du littoral peuvent varier considérablement selon le débit de l'eau, la saison ou la remise en suspension de sédiments après une tempête. En raison des variations dans les conditions naturelles, il est difficile d'établir avec certitude des tendances chronologiques relatives aux concentrations dans l'eau. Les communautés biologiques, qui intègrent à long terme ces variations, fournissent des données selon lesquelles les niveaux de contaminants dans les poissons et les oiseaux des Grands Lacs auraient diminué. Au cours des 15 dernières années, les apports industriels et agricoles ont fait l'objet de certains règlements; il est donc raisonnable de supposer que les concentrations dans l'eau ont aussi diminué.

**TABLEAU 4**  
**Substances toxiques persistantes**  
**dans les Grands Lacs**

Substance	Objectif de qualité de l'eau <sup>1</sup> (Parties par milliard)
<b>Substances organiques rémanentes<sup>2</sup></b>	
Aldrine et dieldrine	0,001
Benzo[a]pyrène	0,01
Chlordane	0,06
DDT (total)	0,003
Endrine	0,002
Heptachlore (total)	0,001
Lindane	0,01
Méthoxychlore	0,04
Mirex	0,005 <sup>4</sup>
PCP (pentachlorophénol)	0,4
DEHP (Di-2-éthylhexylphthalate)	0,6
BPC (biphényles polychlorés)	0,001 (proposé)
Toxaphène	0,008
2,3,7,8-TCDD (un congénère de la dioxine)	0,00001 (limite de détection)
<b>Métaux</b>	
Arsenic	50
Cadmium	0,2
Chrome	50
Cuivre	5
Mercuré	0,2
Plomb <sup>3</sup>	10,0 - 25,0
Sélénium	10
Zinc	30

1. Tel qu'ils sont énoncés dans l'Accord de 1978 relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs ou ont été proposés par la suite. Les niveaux sont établis afin de protéger l'utilisateur le plus sensible (pas toujours l'être humain).
2. Dans le cas des contaminants organiques toxiques rémanents pour lesquels on n'a pas encore fixé d'objectif, les concentrations de ces composés dans l'eau ou les organismes aquatiques devraient être inférieures au niveau de détection déterminé en vertu de la meilleure méthode scientifique disponible. Aucune recommandation n'a été établie pour l'OCS (octachlorostyrène), le HCB (hexachlorobenzène), le BHC (l'hexachlorure de benzène), le TCDF (tétrachlorodibenzofurane), et le HCBd (hexachlorobutadiène).
3. La concentration dépend du lac. On a fixé des objectifs moindres pour les lacs Supérieur et Huron.
4. L'objectif pour le mirex est qu'il soit «essentiellement absent» ou inférieur au niveau de détection déterminé grâce à la meilleure méthode (actuellement 0,005 partie par milliard).

**Note :** Les objectifs relatifs aux poissons sont traités au chapitre 3.

## Les sédiments

Les sédiments des lacs et des rivières sont composés de matière inorganique (minérale) et organique. En raison de leurs propriétés physico-chimiques, les BPC, les pesticides organochlorés et les métaux se lient par adsorption aux particules de sédiments en suspension dans l'eau. Les sédiments en suspension sont aussi composés partiellement de plancton, lequel peut concentrer les métaux et les produits chimiques organiques toxiques. Les concentrations de BPC dans les sédiments en suspension peuvent être par conséquent mille fois plus élevées que dans l'eau. À terme, les sédiments en suspension sont soit propulsés en aval ou déposés au fond du lac dans des bassins de décantation ou de sédimentation. On en trouve un exemple dans les couches de surface des sédiments du lac Sainte-Claire, qui renferment des concentrations

élevées de mercure en raison des apports provenant de la rivière St. Clair.

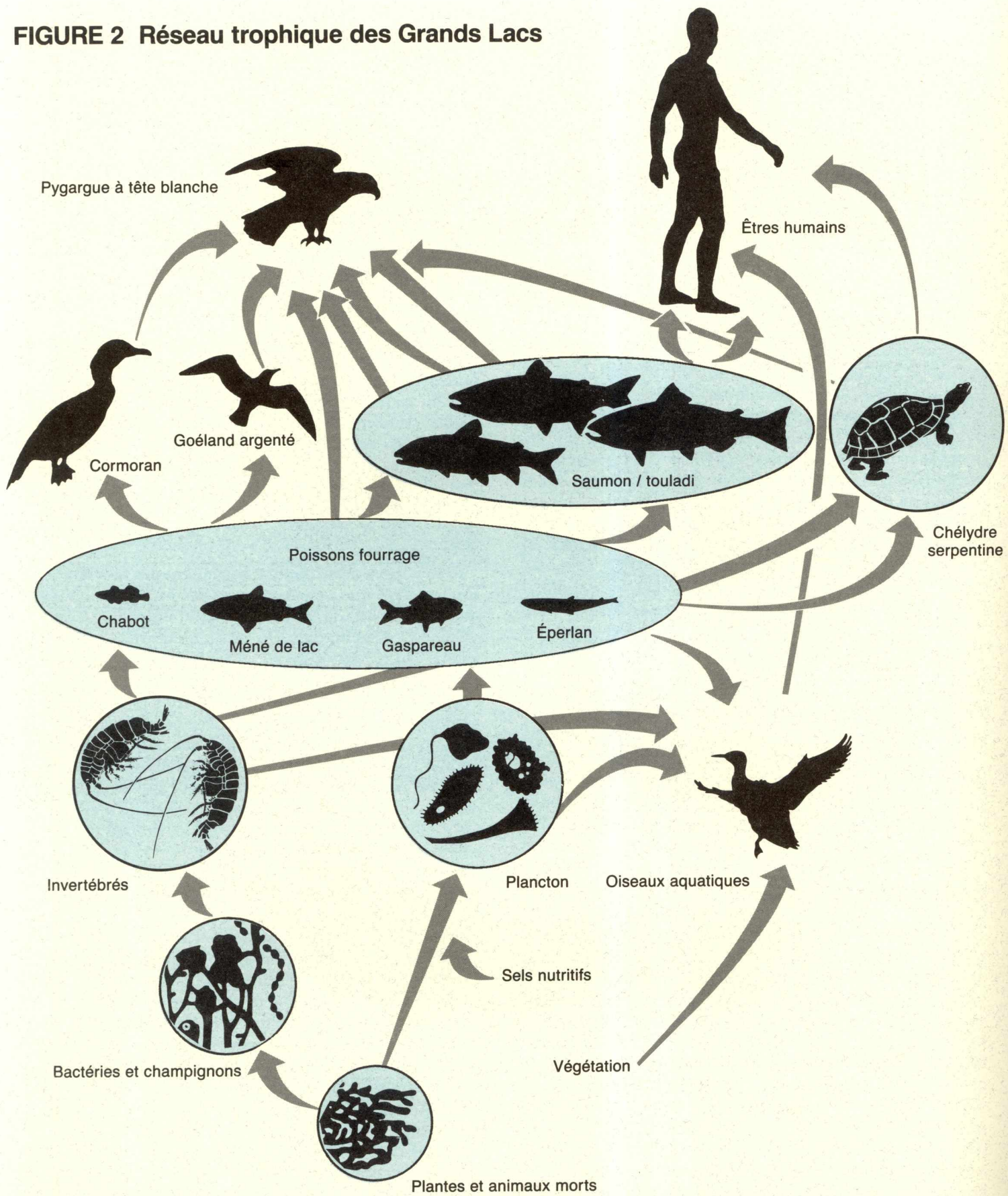
L'extraction de carottes de sédiments du fond des lacs constitue une méthode utile pour déterminer les tendances chronologiques des apports de produits chimiques aux lacs. On analyse diverses sections de ces carottes en rapport avec la profondeur afin d'obtenir un profil des dépôts sur une période donnée. Grâce au radiodatage des carottes de sédiments, les scientifiques peuvent déterminer le niveau préindustriel d'un produit chimique synthétique (zéro) ou d'un métal, en suivre l'augmentation et la diminution au cours des 40 dernières années et évaluer la portée d'une réglementation ou de l'interruption de son utilisation par les changements obtenus.

Pour la plupart des contaminants, les tendances historiques révèlent que les apports de presque tous les produits chimiques toxiques persistants ont atteint un sommet au cours des années 1960 et 1970. Ces apports de pointe ont fléchi à la suite de l'adoption de mesures visant à limiter les rejets de pesticides organochlorés, de BPC et de mercure, ce qui n'empêche pas les niveaux de mercure dans les sédiments de fond des rivières Niagara, Detroit et St. Clair de demeurer supérieurs aux niveaux énoncés dans les lignes directrices pour l'élimination des déblais de dragage.

Les carottes de sédiments provenant des lacs Huron et Érié révèlent que des dioxines et des furanes continuent de s'accumuler dans les sédiments au même rythme qu'au cours des années 1960, bien qu'on ait constaté une légère baisse dans le lac Érié depuis le milieu des années 1970. Cette situation serait attribuable au dépôt atmosphérique constant de ces sous-produits de la combustion. Dans les lacs Supérieur et Michigan, les carottes de sédiments renferment des niveaux de plomb égaux ou légèrement inférieurs à ceux de 1970. À mesure que l'on resserrera les règlements sur les émissions des automobiles et que sera éliminée l'essence au plomb au Canada (en 1991), le rythme de dépôt du plomb devrait commencer à chuter de nouveau.

Le mirex, un pesticide, a été fabriqué dans une usine située le long de la rivière Niagara à partir des années 1950 jusqu'en 1976; les carottes de sédiments prélevées dans le delta de la rivière en 1980 permettent de retracer l'évolution de cette activité industrielle. Toutefois, en 1981, l'analyse des bassins de sédimentation sur la rive sud du lac Ontario a révélé que le dépôt de ce produit chimique se poursuivait, la remobilisation des sédiments contaminés de la rivière Niagara pouvant en être la cause. En ce qui a trait aux BPC dans la rivière Niagara, les carottes de sédiments prélevées dans le delta révèlent que les concentrations les plus élevées sont survenues au début des années 1960. Les niveaux ont maintenant atteint un plateau, à des niveaux équivalents à ceux des années 1950. À l'instar du mirex, les BPC ont été chassés dans le lac Ontario à partir de la rivière Niagara. Les relevés des sédiments de fond du lac Ontario font apparaître un panache de BPC à partir de l'embouchure de la rivière Niagara.

**FIGURE 2 Réseau trophique des Grands Lacs**



Note: Voici une représentation simplifiée du réseau trophique, qui présente les principaux cheminements. Les aliments (l'énergie) suivent la direction indiquée par les flèches, sous l'impulsion du rayonnement solaire. Le diagramme n'est pas à l'échelle.

## Les contaminants toxiques : niveaux et effets dans le réseau trophique des Grands Lacs

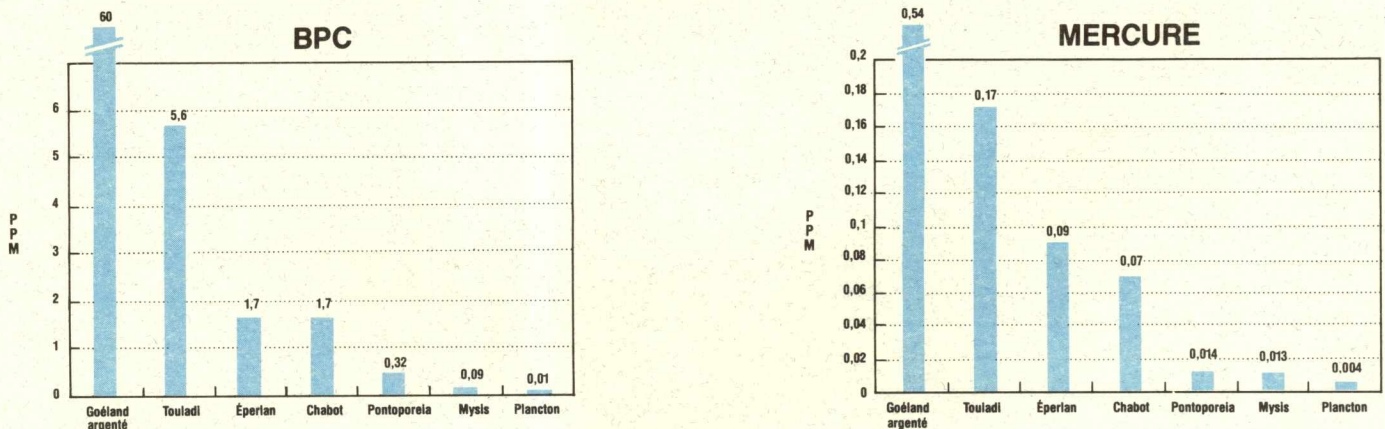
Toutes les espèces ont acquis l'aptitude à absorber sélectivement les éléments chimiques essentiels et les composés naturels à partir de leur environnement. Les propriétés physico-chimiques des métaux lourds et de nombreux produits chimiques de synthèse leur permettent de pénétrer dans les organismes, de résister à la métabolisation ou à l'excrétion et, par conséquent, de s'y concentrer. Si son environnement continue d'exposer l'organisme à des produits chimiques qu'il ne peut excréter ou détoxifier convenablement, les concentrations peuvent atteindre des niveaux toxiques. Certains des polluants critiques peuvent avoir des effets carcinogènes et nuire à la reproduction et au développement, même à des concentrations relativement faibles. Dans les Grands Lacs, les niveaux de contaminants trouvés dans les poissons et les animaux dépendent d'une foule de facteurs, notamment l'habitat, la taille du spécimen, le choix des proies, les besoins d'énergie, la position dans le réseau trophique, l'aptitude à métaboliser les contaminants et, dans le cas des produits chimiques organochlorés, de la teneur en graisse des tissus.

La bioamplification de produits chimiques tels que les BPC, les dioxines et les pesticides organochlorés à partir

des niveaux trophiques inférieurs (phytoplancton) jusqu'aux prédateurs des niveaux supérieurs (oiseaux piscivores et êtres humains) a été observée dans le réseau trophique des Grands Lacs (figure 2). Comme les organochlorés sont beaucoup plus solubles dans les graisses que dans l'eau, ils sont absorbés dans les graisses du phytoplancton (plantes et algues microscopiques) à partir de l'eau. Les plus gros organismes mangent les plus petits : ainsi, les contaminants cheminent le long du réseau trophique jusqu'aux poissons et, à terme, jusqu'aux oiseaux aquatiques et aux mammifères. Puisqu'un seul prédateur consomme beaucoup de petits organismes, il ingère plus de contaminants que sa proie. Et comme les animaux aquatiques excrètent très lentement (sinon pas du tout) les produits chimiques organochlorés, ces contaminants s'accumulent de plus en plus à chaque maillon de la chaîne trophique (figure 3).

Les contaminants peuvent emprunter une autre voie : ils sont absorbés à partir des sédiments par la faune benthique telle que les tubificidés, les larves d'insectes, les mollusques ou les écrevisses et s'accumulent dans les canards, les tortues et les poissons de fond tels que les meuniers noirs, les barbottes brunes et les carpes.

FIGURE 3 Bioamplification des BPC et du mercure dans le réseau trophique du lac Ontario, 1982



Source : Environnement Canada et le ministère des Pêches et des Océans.

Note : Le cheminement du plancton au Goéland argenté est tiré du réseau trophique.

On a utilisé 1982 car il s'agit de l'année la plus récente pour laquelle des données sont disponibles sur le plancton, *Mysis* et *Pontoporeia*. La concentration de BPC dans les eaux libres du lac Ontario a été mesurée à 5 ppt en 1986; par conséquent, il existe un facteur de bioconcentration de 10 millions à partir de l'eau jusqu'aux œufs du Goéland argenté.

Les poissons absorbent aussi des produits chimiques toxiques directement des grandes quantités d'eau qui traversent leurs branchies durant la respiration.

En remontant le réseau trophique, les facteurs de bioamplification s'accroissent. Par exemple, les BPC sont présents dans l'eau des Grands Lacs en concentrations de quelques parties par billion; dans les œufs de pygargues, au sommet du réseau trophique du lac Érié, on a mesuré des BPC à plus de 25 parties par million aussi récemment qu'en 1988, ce qui correspond à un facteur de bioamplification de 25 millions. Les facteurs de bioamplification du mercure et des HAP sont moins spectaculaires (habituellement 1000 fois).

## Les résidus de contaminants

Les règlements adoptés par les gouvernements au cours des années 1970 dans le but de restreindre l'utilisation de pesticides organochlorés et de BPC ont entraîné des diminutions considérables des concentrations de contaminants dans les poissons et la faune des Grands Lacs. Les ensembles de données relatives aux BPC, au DDT, au mirex et à l'hexachlorobenzène dans le touladi et les Goélands argentés attestent cette tendance. Toutefois, les niveaux de contaminants dans les poissons et les oiseaux piscivores ont maintenant atteint un plateau, parce que certains de ces produits chimiques

### La biosurveillance

#### Les oiseaux

Au début des années 1960, il est devenu évident que le Pygargue à tête blanche et d'autres oiseaux éprouvaient des problèmes de reproduction liés à l'exposition au DDT et à d'autres produits chimiques industriels. À la fin des années 1960, les biologistes travaillant sur le terrain ont commencé à constater un déclin des populations d'oiseaux piscivores du bassin des Grands Lacs. Les scientifiques qui se penchèrent alors sur les populations de ces espèces dans les lacs Ontario et Michigan ont constaté que ces oiseaux étaient parmi les plus contaminés au monde. En 1974, le Service canadien de la faune a lancé un programme de surveillance annuelle pour mesurer les résidus de contamination aux organochlorés dans les œufs de Goélands argentés de 13 colonies réparties dans le bassin des Grands Lacs.

Les oiseaux piscivores et les poissons prédateurs étant au sommet du réseau trophique des Grands Lacs, l'évaluation du niveau de contamination de leurs tissus est révélatrice de la contamination globale de l'écosystème. En 1974, on a choisi le Goéland argenté comme témoin biologique des Grands Lacs puisque les populations de cet oiseau n'étaient pas aussi gravement touchées que celles du cormoran et de la sterne et que les goélands continuaient de pondre. De plus, les Goélands argentés sont présents partout dans le bassin, où ils demeurent à longueur d'année, consommant surtout des poissons. Les œufs du Goéland argenté servent d'indicateurs témoins, moyen jugé le moins perturbateur pour mesurer les niveaux présents dans le réseau trophique. Les femelles peuvent en effet remplacer les œufs perdus au début de la saison, ce qui évite d'avoir à tuer des adultes afin de mesurer les niveaux de pollution. Dans chacun des lacs, les Goélands argentés demeurent à proximité de leur colonie pour une bonne partie de l'année, agissant comme intégrateurs des contaminants à l'échelle régionale.

#### Les poissons

Des organismes canadiens exécutent quatre programmes de surveillance des niveaux de contamination des poissons des Grands Lacs:

1) De concert avec la *Environmental Protection Agency* et le *Fish and Wildlife Service* des États-Unis, le ministère des Pêches et des Océans administre le *Open Lake Fish Contaminant Program*. Depuis 1977, le programme permet de mesurer chaque année les concentrations de produits chimiques toxiques persistants dans les poissons prédateurs du niveau supérieur du réseau trophique (le touladi et le doré) et les poissons fourrage (l'éperlan arc-en-ciel et le cisco de fumage). Comme les contaminants accumulés par les poissons se concentrent dans l'ensemble de leurs tissus, le programme prévoit l'analyse de poissons entiers.

2) Le ministère de l'Environnement de l'Ontario prélève des queues à tache noire de l'année dans les voies interlacustres et les embouchures des affluents des Grands Lacs. Puisque ces poissons (un type de ménés) ne migrent pas et qu'on ne choisit que des jeunes nés dans l'année, on obtient ainsi une lecture des niveaux de contaminants à l'échelon local et une indication des apports récents.

3) Les poissons gibiers sont prélevés par le ministère de l'Environnement et le ministère des Richesses naturelles de l'Ontario afin d'en analyser le tissu maigre du muscle dorsal. Le *Guide pour la consommation du poisson gibier de l'Ontario* présente chaque année les résultats de ces analyses.

4) Le ministère des Pêches et des Océans relève et analyse des filets de poissons destinés à la vente et capturés par les pêcheurs commerciaux des Grands Lacs.

#### Autres espèces

En vertu de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs, on a choisi le plancton tamisé, *Mysis* (un gros zooplancton) et *Pontoporeia* (une espèce benthique) comme témoins biologiques. Ces organismes ont été choisis afin de quantifier les gradients de pollution au fur et à mesure que ces organismes concentrent les résidus et afin de prédire la bioamplification au sein du réseau trophique (puisque ces organismes composent une importante partie de l'alimentation des poissons).

sont extrêmement persistants et que certains apports ne font toujours pas l'objet de mesures de contrôle.

## Les poissons

Les niveaux de concentration de contaminants dans les poissons sont fonction de leur position dans le réseau trophique, de la partie du poisson qu'on analyse ainsi que de l'âge et de la teneur en graisses du spécimen. Afin de normaliser ces facteurs et de pouvoir établir des comparaisons entre les lacs et au fil du temps, on prélève des espèces appartenant à des niveaux supérieurs du réseau trophique. On procède ensuite à des analyses chimiques de poissons entiers pour enfin faire rapport de données relatives à certaines catégories d'âge. Le touladi est l'espèce retenue pour les lacs Ontario, Huron, Michigan et Supérieur, tandis que le doré est utilisé dans le cas du lac Érié.

### Les tendances globales

Selon les ensembles de données les plus récents (1988) sur les pesticides organochlorés, les BPC et la dioxine, les poissons des lacs Ontario et Michigan affichent généralement des concentrations plus élevées de contaminants que les poissons des autres lacs. Le touladi du lac Ontario contient les niveaux les plus élevés de BPC, de DDT, de mirex, de dieldrine et de dioxine, tandis que celui du lac Supérieur possède les niveaux les plus élevés de toxaphène. Le doré du lac Sainte-Claire présente les niveaux les plus élevés de mercure. Les données annuelles révèlent que, depuis la fin des années 1970, les baisses les plus marquantes sont survenues dans les lacs Ontario et Michigan, tandis que la diminution la plus uniforme pour l'ensemble des produits chimiques

s'observe dans les poissons du lac Érié. Ce lac a la plus courte durée de séjour des cinq Grands Lacs, et l'on croit que les contaminants adsorbés à des particules en sont évacués le long de la rivière Niagara. Il s'agit aussi du lac ayant la plus grande biomasse : par conséquent, la quantité de contaminants absorbée par chaque individu est proportionnellement moindre.

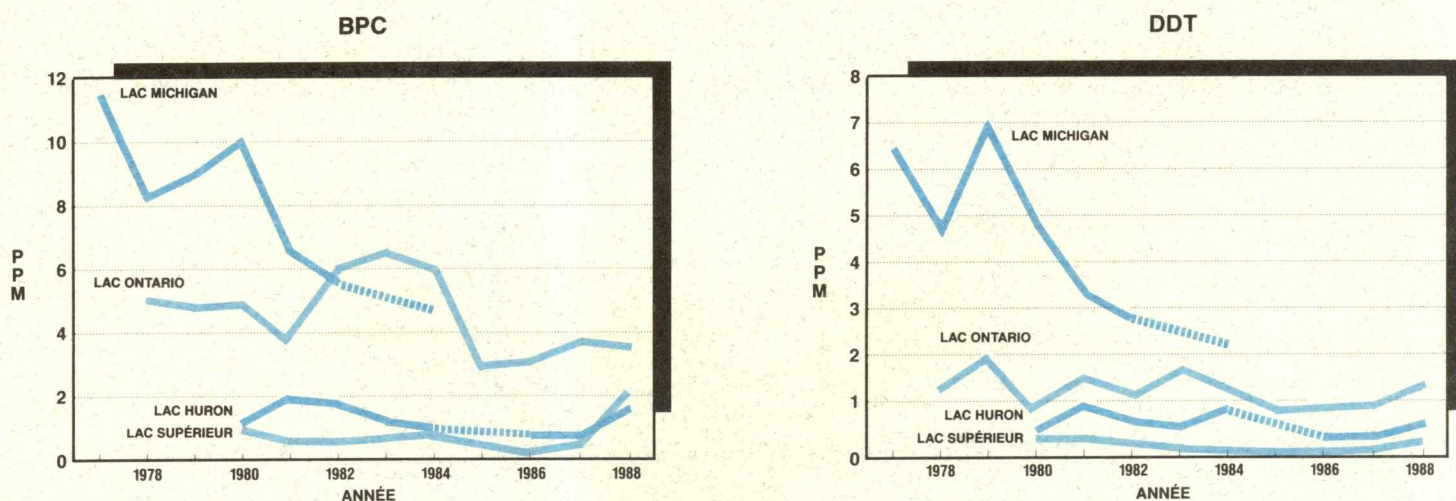
Depuis les années 1970, les niveaux de BPC et de DDT dans le touladi ont affiché une tendance à la baisse suivie d'une stabilisation dans les lacs Ontario et Michigan, la baisse la plus marquée survenant dans le lac Michigan (figure 4). Il ne semble pas exister de tendance semblable pour ces composés dans le touladi des lacs Supérieur et Huron, probablement en raison du dépôt atmosphérique.

### Les objectifs spécifiques établis en vertu de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs

En vertu de l'accord canado-américain relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs (ARQEG), on a déterminé des objectifs spécifiques pour un certain nombre de substances toxiques rémanentes dans l'eau et pour les poissons entiers afin de protéger la santé des êtres humains et des oiseaux piscivores, et de préserver l'intégrité de l'écosystème. Des objectifs ont été fixés pour tous les organochlorés dont il est question dans ce rapport sauf les dioxines, les furanes, l'hexachlorobenzène et l'octachlorostyrène.

Les derniers chiffres relatifs au touladi révèlent que les concentrations de BPC dans les poissons entiers demeurent supérieures à l'objectif de l'ARQEG, soit 0,1 partie par million (ppm) dans l'ensemble des Grands

FIGURE 4 Concentrations de contaminants dans le touladi des Grands Lacs, 1977-1988



Note : Il s'agit de concentrations moyennes annuelles en parties par million (poids humide) de BPC total et de DDT dans le touladi entier. Les poissons des lacs canadiens sont âgés de 4 ans; les poissons du lac Michigan mesurent de 620 à 640 millimètres.

Les systèmes biologiques métabolisent le pesticide DDT en plusieurs autres composés. Le DDT total renvoie au complexe du DDT et de ses métabolites.

Source : Ministère des Pêches et des Océans du Canada et *Environmental Protection Agency* des États-Unis.

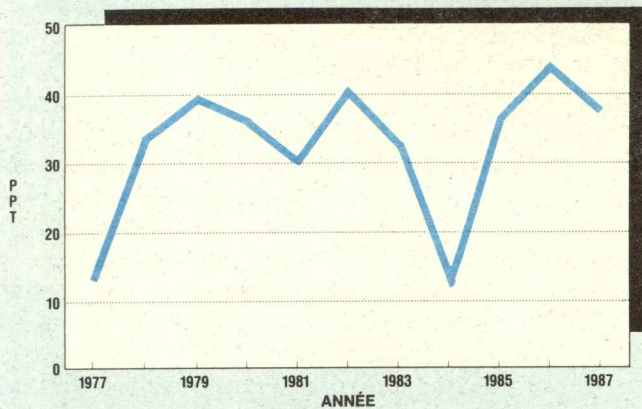
## Étude de cas du lac Ontario

Le lac Ontario, situé en aval des autres Grands Lacs et des voies interlacustres, est touché par plusieurs sources chroniques de contamination. Par conséquent, les récents niveaux de résidus (BPC, DDE, dioxine, dieldrine, hexachlorobenzène et mirex) observés dans le touladi et dans les œufs du Goéland argenté ont peu évolué. Le bassin hydrographique de la rivière Niagara, dans lequel on a entreposé quelque 1,2 million de tonnes de matériel contaminé dans 66 grands dépotoirs au cours des 50 dernières années, constitue le plus grand apport de produits chimiques toxiques au lac. Ces emplacements laissent s'échapper, ou sont susceptibles de laisser s'échapper, des produits chimiques toxiques dans la rivière à débit rapide qui les achemine en aval vers le lac Ontario. La rivière Niagara est la principale source de dioxine trouvée dans les poissons du lac Ontario. Il n'y a aucune tendance évidente en ce qui a trait à la dioxine dans le touladi (figure 5). Les niveaux élevés

de dioxine décelés dans les œufs des colonies de goélands du lac Ontario (figure 6) sont attribuables à une usine de produits chimiques située sur la rivière Niagara qui fabriquait du trichlorophénol pour la production de pesticides. Comme la dioxine (2,3,7,8-TCDD) peut se former durant la production de ce produit chimique, elle aurait pu être rejetée avec les eaux usées dans la rivière Niagara pour ensuite pénétrer dans le lac Ontario. La production de ce pesticide a cessé au milieu des années 1970, ce qui a fait chuter les niveaux observés dans les œufs de la colonie de l'île Scotch Bonnet. Les résidus mesurés au cours des années 1980 révèlent que les niveaux dans les colonies du lac Ontario demeurent substantiellement plus élevés que ceux des colonies des autres lacs. Un phénomène semblable est survenu dans la baie Saginaw du lac Huron, près de laquelle le même produit chimique était fabriqué.

Les sédiments de fond contaminés constituent une autre source permanente. En effet, le mirex pénètre toujours dans le

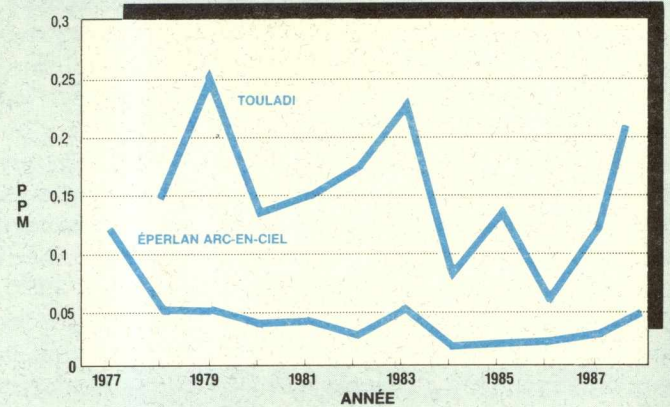
**FIGURE 5 Concentrations de dioxine dans le touladi du lac Ontario, 1977-1988 (2,3,7,8-TCDD)**



Concentrations moyennes du congénère le plus toxique de la dioxine (2,3,7,8-TCDD) mesurées en parties par billion, poids humide, dans le touladi entier.

Source : Ministère des Pêches et des Océans.

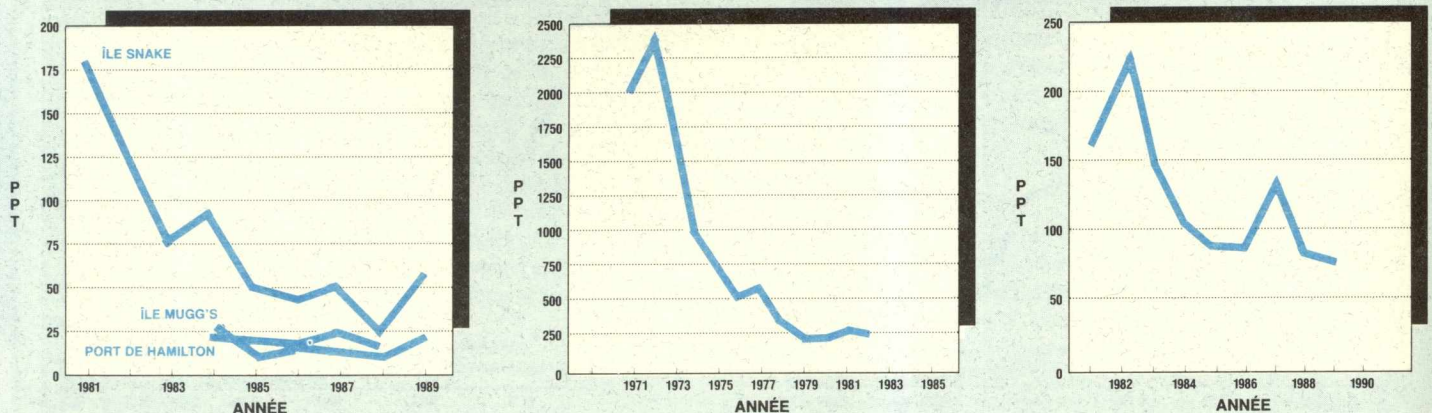
**FIGURE 7 Concentrations de mirex dans les poissons du lac Ontario, 1977-1988**



Concentrations moyennes de l'insecticide mirex mesurées en parties par million (poids humide) dans le poisson entier.

Source : Ministère des Pêches et des Océans.

**FIGURE 6 Concentrations de dioxine (2,3,7,8-TCDD) dans les œufs de Goélands argentés**



PORT DE HAMILTON, ÎLE MUGG'S, ÎLE SNAKE

ÎLE SCOTCH BONNET

ÎLE CHANNEL-SHELTER  
(baie Saginaw)

Concentrations moyennes mesurées en parties par billion (poids humide).

Les îles Scotch Bonnet et Snake sont situées à l'extrémité est du lac Ontario; l'île Mugg's est située près de Toronto.

Source : Service canadien de la faune, Environnement Canada.

réseau trophique en raison de la remise en suspension des sédiments, et ce, malgré l'arrêt de sa fabrication en 1976. Les sédiments demeurent la cause première du mirex décelé dans les poissons du lac Ontario, bien que les niveaux aient baissé depuis la fin des années 1970 (figure 7). Les oeufs de Goélands argentés du lac Ontario présentent aussi des niveaux de mirex dix fois plus élevés que ceux des autres lacs. La remise en suspension des sédiments explique également le maintien des niveaux d'autres pesticides organochlorés dans le réseau trophique du lac Ontario, même si leur fabrication et leur utilisation ont été restreintes ou interdites au cours des années 1970.

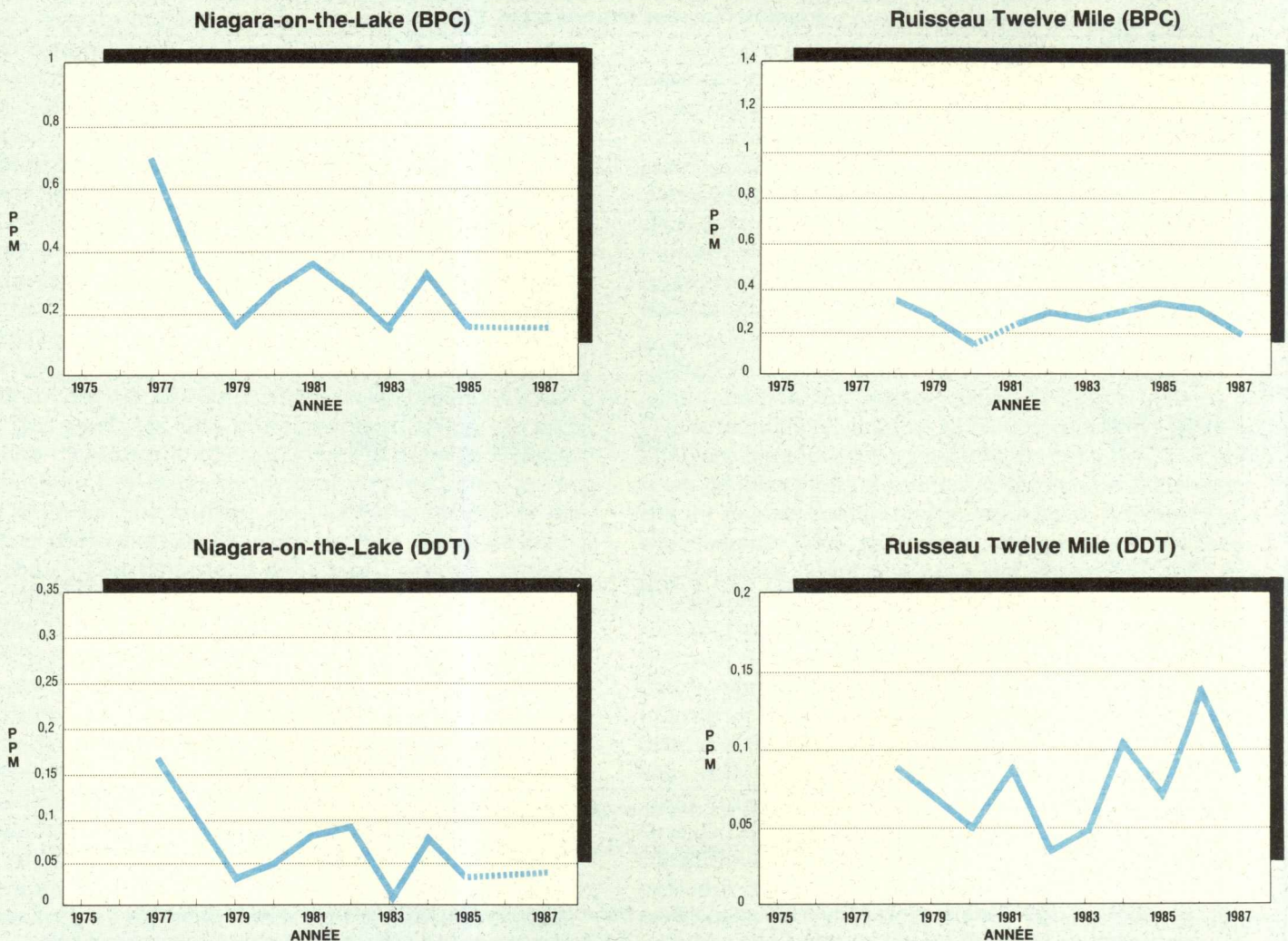
Les dépôts atmosphériques contribuent à la contamination des poissons. Par exemple, les pesticides épanchés sur les récoltes par pulvérisation aérienne peuvent demeurer dans l'atmosphère pendant plusieurs jours. Le toxaphène, un pesticide organochloré très peu utilisé après 1970 au Canada — sa dernière utilisation en Ontario remonte à 1980 — persiste

dans le touladi parce qu'il est transporté dans l'atmosphère à partir des États du sud des États-Unis, où de grandes quantités ont été épanchées sur les cultures de coton. Malgré les rares données disponibles sur ce produit chimique, les niveaux ont diminué sensiblement depuis l'interdiction, en 1982, de sa fabrication aux États-Unis.

On soupçonne que les produits chimiques épanchés antérieurement sur les récoltes puissent être toujours présents dans les sols agricoles. La volatilisation à partir de ces sols est une autre voie d'entrée de ces produits chimiques dans l'écosystème.

En dernier lieu, les effluents actuels des villes, des campagnes et des industries apportent des BPC, des pesticides organochlorés et des métaux toxiques au lac. Les mesures effectuées sur des queues à taches noires de l'année nous donnent une idée de la répartition de ces sources du côté canadien du lac. La figure 8 présente quelques exemples à ce sujet.

**FIGURE 8 Résidus de BPC et de DDT dans les queues à tache noire prélevées à divers endroits dans le lac Ontario, 1975-1987**



Résidus moyens de BPC et de DDT mesurés en parties par million (poids humide) dans les queues à tache noire de l'année du lac Ontario prélevés à Niagara-on-the-Lake et dans le ruisseau Twelve Mile.

Source : Ministère de l'Environnement de l'Ontario.

Lacs et des voies interlacustres, y compris le Saint-Laurent. Les niveaux de DDT/DDE dans le touladi sont inférieurs à l'objectif de 1 ppm dans tous les lacs sauf les lacs Ontario et Michigan. L'objectif de l'ARQEGE pour le mirex est que celui-ci soit «essentiellement absent» dans l'eau ou le poisson; on continue cependant d'en trouver dans les queues à taches noires, les touladis et les éperlans arc-en-ciel du lac Ontario. Des résidus de mirex ont aussi été décelés dans les queues à taches noires prélevées au début des années 1980 dans la rivière Niagara et le fleuve Saint-Laurent. Les concentrations de mercure dans le doré du lac Sainte-Claire sont récemment tombées en-deçà de l'objectif de 0,5 ppm; toutefois, les niveaux dans le doré du fleuve Saint-Laurent prélevé dans le lac Saint-François dépassent toujours l'objectif.

De façon globale, les concentrations de substances toxiques rémanentes dans les touladis des lacs Érié, Huron et Supérieur satisfont aux objectifs de l'ARQEGE pour tous les composés (pour lesquels des objectifs ont été fixés), sauf les BPC.

## La faune

Certaines espèces d'oiseaux, notamment le Pygargue à tête blanche, le Balbuzard et la plupart des oiseaux qui nichent en colonies, ainsi que les mammifères aquatiques et les tortues de l'écosystème des Grands Lacs se nourrissent principalement de poisson. En raison de la bioaccumulation et de la bioamplification, ces prédateurs du sommet du réseau trophique, dont la vie est

**TABLEAU 5**  
Concentrations de contaminants organochlorés dans les œufs du Goéland argenté<sup>1</sup>  
des colonies des Grands Lacs, 1989

	CONTAMINANT <sup>2</sup>						% Lipides <sup>4</sup>
	Congénères du BPC <sup>3</sup>	DDE	MIREX	HCB	DIELDRINE	DIOXINE	
<u>Lac Ontario</u>							
Île Snake	14	5,2	1,1	0,07	0,14	91	8,6
Île Mugg's	16	5,3	1,2	0,06	0,12	55	8,6
<u>Rivière Niagara</u>							
Île en amont des chutes	9	2,1	0,24	0,04	0,13	18	8,4
<u>Lac Érié</u>							
Port Colborne	17	3,1	0,33	0,05	0,23	19	10
Île Middle	21	2,3	0,03	0,05	0,11	16	8,8
<u>Rivière Detroit</u>							
Île Fighting	27	2,2	0,04	0,05	0,06	13	7,5
<u>Lac Huron</u>							
Île Chantry	3,1	0,77	0,05	0,03	0,15	12	8,7
Île Double	7,1	2,4	0,14	0,04	0,25	18	8,8
Île Channel-Shelter	28	7,0	0,09	0,08	0,15	78	8,2
<u>Lac Supérieur</u>							
Île Granite	7,2	2,4	0,05	0,06	0,34	16	7,6
Rocher Agawa	6,8	2,6	0,09	0,04	0,33	19	7,5
<u>Lac Michigan</u>							
Île Big Sister	9,9	4,7	0,03	0,04	0,58	10	8,7
Île Gull	9,4	5,0	0,04	0,05	0,53	11	8,8

1. Les données sont des valeurs moyennes fondées sur des analyses individuelles d'un échantillon de 10 œufs par colonie.
2. Toutes les valeurs sont présentées en parties par million, sauf dans le cas de la dioxine (2,3,7,8-TCDD) qui est présentée en parties par billion.
3. Les mélanges de BPC contiennent jusqu'à 209 congénères. Par «congénères du BPC», on entend les 41 différents congénères du BPC analysés séparément. Cette méthode donne une mesure plus précise, et les chercheurs peuvent s'en servir pour relever la présence des congénères les plus toxiques.
4. Le pourcentage de lipides dans chaque œuf sert à normaliser les concentrations de ces contaminants lipophiles.

**Source :** Service canadien de la faune, Environnement Canada.

relativement longue, affichent les niveaux les plus élevés de produits chimiques organochlorés dans leurs tissus.

### **Le Goéland argenté**

Le Goéland argenté a été choisi comme principale espèce témoin en ce qui a trait aux niveaux de contaminants dans l'écosystème des Grands Lacs.

Depuis 1974, on prélève chaque année des œufs dans les colonies de Goélands argentés afin d'évaluer leur teneur en résidus de composés organochlorés. Il est probable que les niveaux les plus élevés de contamination aux organochlorés dans les oiseaux aquatiques des Grands Lacs soient survenus avant le début du programme. À l'exception de la dieldrine, un pesticide, les résidus d'organochlorés dans les œufs de Goélands argentés ont diminué à partir de 1974 jusqu'au début des années 1980. Depuis lors, les niveaux sont demeurés essentiellement constants, une tendance observée aussi dans le cas du touladi, ce qui n'étonne pas puisque les deux consomment de l'éperlan et du gaspareau. La figure 9 présente ce phénomène en rapport avec le DDE dans huit colonies de Goélands argentés des Grands Lacs.

Les œufs provenant des autres espèces d'oiseaux n'ont pas été prélevés de façon aussi systématique que ceux du Goéland argenté. Des données partielles sur le Cormoran à aigrettes, le Bihoreau à couronne noire et la Sterne caspienne laissent aussi croire à une diminution générale des niveaux de résidus d'organochlorés dans les œufs prélevés entre 1971 et 1989.

Le tableau 5 montre les niveaux de contaminants dans les 13 colonies de Goélands argentés en 1989. Les résultats des analyses des œufs révèlent qu'un certain nombre d'organochlorés sont répartis dans l'ensemble du bassin. Les œufs provenant des colonies de la baie Saginaw (lac Huron), de la rivière Detroit et du lac Érié présentent les niveaux les plus élevés de BPC. Les œufs du lac Ontario et de la baie Saginaw contiennent le plus de résidus de dioxine. Les niveaux de dioxine (10-20 parties par billion [ppt]) dans les œufs des autres colonies du bassin demeurent stables en raison du dépôt atmosphérique. La combustion est la source la plus probable de ces «niveaux de fond». La baisse des niveaux de pesticides observée au cours des années 1970 découle surtout de la limitation de leur utilisation en Ontario et dans les États américains du bassin des Grands Lacs. De 1969 à 1974, l'utilisation du DDT, de l'aldrine, de la dieldrine et de l'hexachlorobenzène a été restreinte de façon radicale. En 1976, on a mis un terme au rejet de mirex par les usines de production et de distribution situées respectivement sur les rivières Niagara et Oswego, en restreignant l'utilisation commerciale de ce produit chimique. En 1977, on a adopté les premiers règlements limitant l'utilisation et la fabrication de BPC.

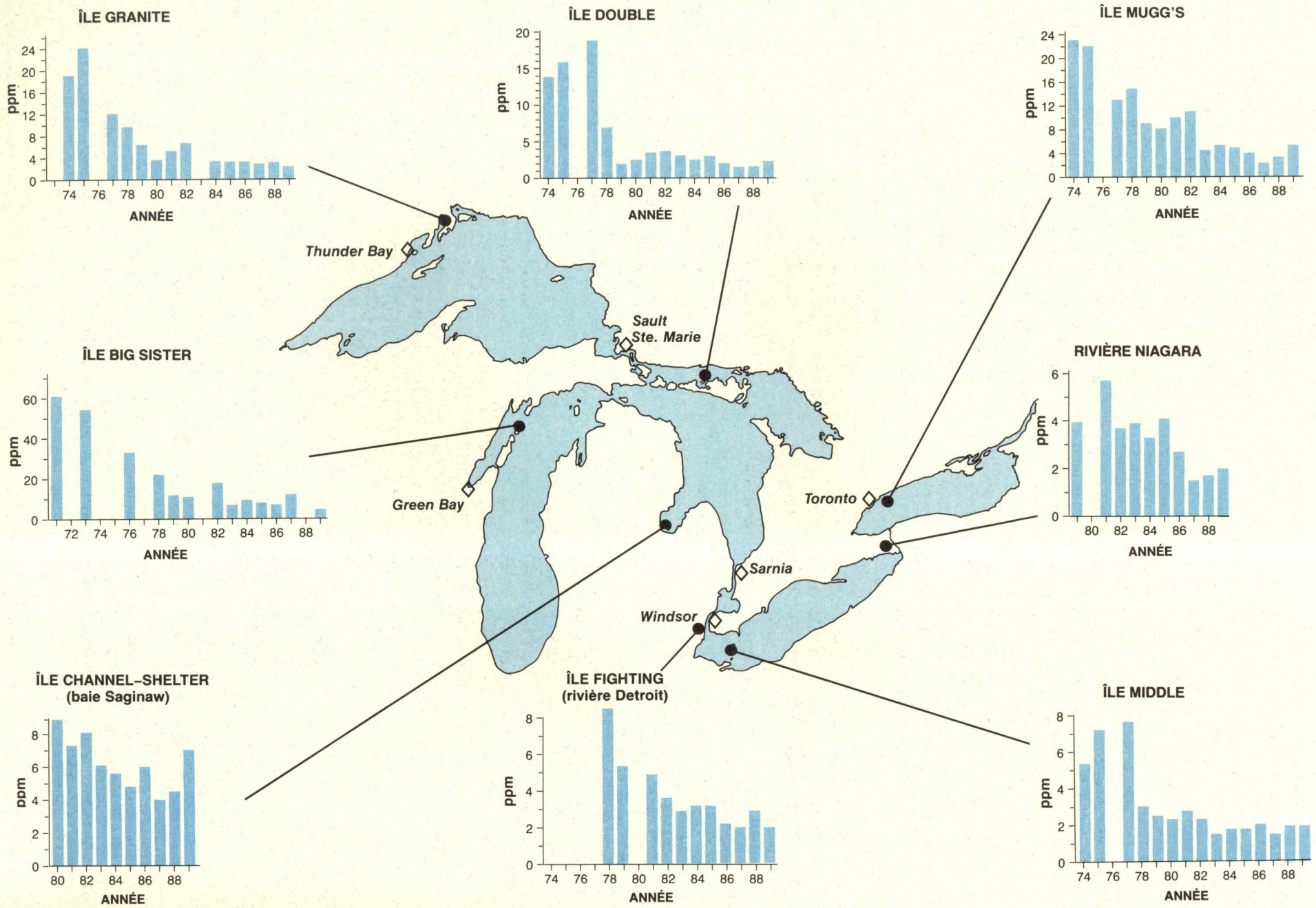
Les niveaux de contaminants dans les œufs de Goélands argentés demeureront probablement constants jusque vers la fin des années 1990. La stabilisation de la tendance à la baisse des concentrations de produits chimiques organochlorés observée au cours des années 1980 dépend des dépôts atmosphériques ininterrompus provenant de sources souvent situées à l'extérieur du bassin, de la remise en suspension de sédiments, d'infiltrations des dépotoirs de déchets dangereux et d'autres sources de rejet direct de produits chimiques toxiques.

### **Critères pour la consommation de poisson**

La bioamplification des contaminants à mesure que l'on remonte le réseau trophique peut rendre les poissons impropres à la consommation humaine ou animale. Il existe un rapport direct entre le contenu en lipides (graisses) d'une espèce de poisson et la concentration de contaminants organochlorés dans ses tissus. Le saumon, le touladi, la carpe et la barbotte contiennent des niveaux relativement plus élevés de contaminants organochlorés que les espèces moins grasses telles que le doré, le grand brochet et la perchaude. Plus un poisson est âgé, plus il aura été exposé aux contaminants (on trouve couramment des poissons de huit ans dans le lac Ontario). De plus, le contenu en lipides d'un poisson augmente avec l'âge. Par conséquent, les concentrations de contaminants organochlorés présents dans un poisson sont fonction de son âge et du contenu en lipides de ses tissus.

Dans le cadre de son Programme de surveillance de la contamination du poisson gibier, le gouvernement de l'Ontario prélève, depuis 1976, des poissons pour en analyser la teneur en contaminants toxiques. Les analyses de laboratoire portent sur des échantillons de tissu du muscle dorsal maigre, sans peau. Les huit États des Grands Lacs exécutent des programmes semblables, mais certains d'entre eux conservent toutefois la peau pour l'analyse des tissus. L'Ontario publie un résumé annuel de ces données sous forme de diagramme à l'intention des pêcheurs sportifs dans son *Guide pour la consommation du poisson gibier de l'Ontario*. Chaque année, on choisit en alternance diverses espèces de poissons provenant d'un vaste échantillon d'emplacements en Ontario. L'édition de 1990 énumère près de 200 emplacements dans les Grands Lacs pour lesquels on donne des conseils sur la consommation, selon l'espèce et sa longueur. Le Guide présente des recommandations plus rigoureuses pour les enfants et les femmes en âge de procréer. Dans le cadre du Programme, on échantillonne quelques emplacements chaque année. Les figures 10 et 11 présentent les concentrations de BPC et de mercure mesurées sur 20 ans dans les filets de saumon coho du lac Ontario et de doré du lac Sainte-Claire.

**FIGURE 9 Tendances des concentrations de DDE dans les œufs du Goéland argenté des Grands Lacs**



Source : Service canadien de la faune, Environnement Canada.

Note : L'échelle diffère selon le graphique.

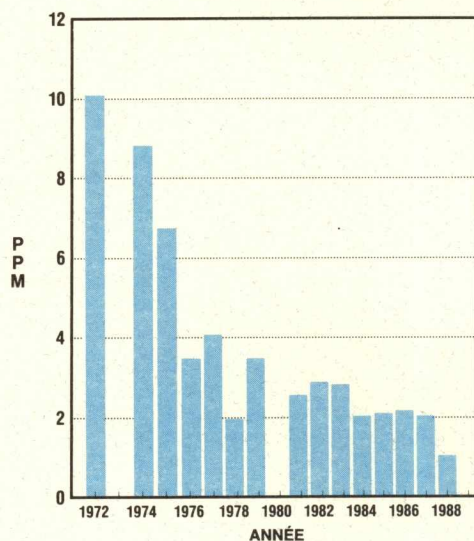
Les poissons plus âgés présentent des concentrations plus élevées de ces contaminants, bien que les plus récentes concentrations «moyennes» soient légèrement inférieures aux normes sur ces substances toxiques persistantes. La figure 12a) montre la relation entre la longueur du poisson et les concentrations de BPC trouvées dans quatre espèces de salmonidés de la rivière Credit, laquelle se jette dans le lac Ontario. L'âge du poisson explique la variation dans les niveaux de contaminants. Les touladis, dont le taux de croissance est plus lent que celui des autres espèces, ont par conséquent été exposés depuis plus longtemps que les autres espèces de la même longueur. La figure 12b) montre que le saumon quinnat provenant du lac Ontario contient des concentrations de BPC plus élevées que celles mesurées dans les poissons de la même longueur prélevés à d'autres endroits dans les Grands Lacs.

Le tableau 6 présente les critères de consommation de poisson élaborés en 1960 par les responsables de la santé des gouvernements canadien et américain à l'intention des consommateurs de poisson. Au Canada, le programme d'inspection des poissons du ministère des Pêches et des Océans garantit que les niveaux de contaminants dans les poissons capturés par les pêcheurs commerciaux des Grands Lacs et traités dans les installations agréées satisfont aux normes de Santé et Bien-être social Canada.

Le filet de poisson sert de base au calcul de l'ingestion de contaminants par une personne. Au Canada, les avis relatifs à la consommation de poisson sont mis au point en déterminant d'abord la dose journalière admissible (DJA) ou la quantité d'un produit chimique qui peut être consommée chaque jour, durant toute sa vie, avec l'assurance raisonnable de ne pas mettre sa santé en jeu. La DJA est fondée sur toutes les données disponibles en matière de toxicologie humaine et animale ainsi que sur l'application de facteurs de sécurité. L'étape suivante consiste à établir la dose journalière probable (DJP) du contaminant chimique. La DJP est fondée sur l'exposition d'une personne à un produit chimique donné, en provenance de toutes sources. Tous les aliments qui peuvent contenir cette substance sont repérés et ceux qui risquent de renfermer davantage de ce contaminant (par exemple, le poisson) sont évalués avec soin. La DJP tient compte des taux de consommation moyens et élevés; elle considère aussi l'exposition éventuelle de sous-groupes plus sensibles au sein de la population (tels que les enfants ou les personnes âgées). Une ligne directrice sur la consommation de poisson peut être envisagée si la DJP d'un produit chimique dépasse la dose journalière acceptable.

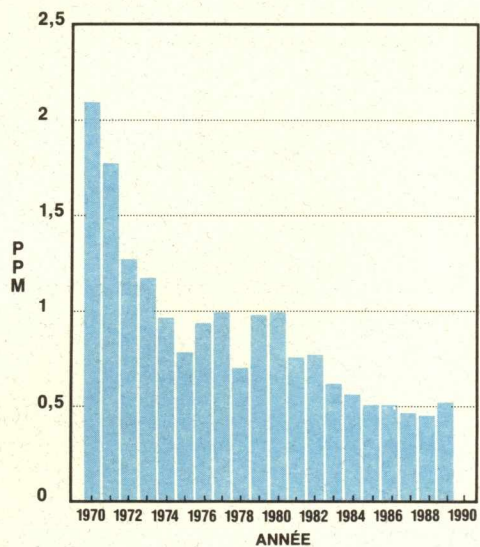
Les lignes directrices sur la consommation de poisson incorporent des facteurs de sécurité, en raison des incertitudes au niveau du rapport entre l'exposition et les

**FIGURE 10 Concentrations moyennes de BPC dans le saumon coho du lac Ontario, prélevé dans la rivière Credit, 1972-1988**



Source : Ministère de l'Environnement de l'Ontario.  
Aucune donnée recueillie en 1973 et 1980.

**FIGURE 11 Concentrations moyennes de mercure dans le doré prélevé dans le lac Sainte-Claire, 1970-1989**



Source : Ministère de l'Environnement de l'Ontario.

Note : Les données des figures 10 et 11 proviennent du Programme de surveillance de la contamination du poisson gibier et permettent d'évaluer la tendance globale dans les niveaux de contaminants. Les chiffres présentent la concentration moyenne de contaminants dans les poissons de divers âges; ils ne devraient pas servir à établir des comparaisons d'une année à l'autre.

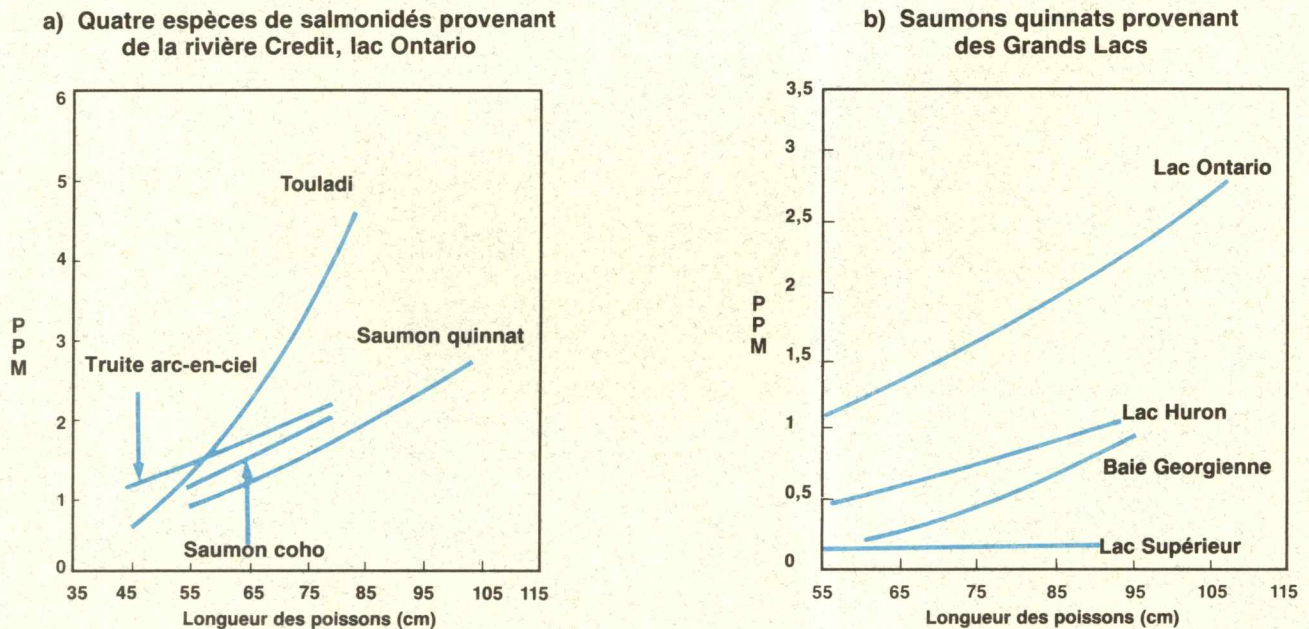
effets. Les divers gouvernements des Grands Lacs fixent des niveaux différents pour la consommation de poisson, ce qui a été source de confusion. À la suite de demandes de clarification de la part de la population, les États américains s'attachent actuellement à normaliser les lignes directrices sur la consommation de poisson.

Compte tenu des niveaux de contaminants observés, l'échantillonnage de poissons se fait au moins tous les trois ans à chacun des endroits en Ontario. Même s'il ne s'agit pas là d'une mesure statistiquement rigoureuse, la présence ou l'absence d'un avis concernant l'ensemble d'un lac est révélatrice. Le pourcentage de lieux d'échantillonnage sur les lacs Ontario et Supérieur faisant l'objet d'avis relatifs à la consommation de touladi est demeuré constant depuis 1983; on a cependant constaté une baisse du pourcentage dans le cas du lac Huron. En 1989, des avis sur la consommation du touladi et du saumon quinnat ont été émis pour l'ensemble des lieux d'échantillonnage du lac Ontario. Tous les poissons énumérés ci-dessus ont une forte teneur en graisses et sont des prédateurs du sommet du réseau trophique. Sur le lac Supérieur, tous les lieux d'échantillonnage du siscowet, une sous-espèce du touladi, et du doré faisaient l'objet d'avis, nombre de ceux-ci concernant le mercure qui s'avère un contaminant naturel de ce réseau hydrographique. Dans le cas de la perchaude,

le pourcentage d'endroits soumis à des avis est moindre sur tous les lacs, mais en baisse seulement sur les lacs Érié et Ontario. La perchaude a une teneur en graisses moins élevée et se situe plus bas que le touladi dans le réseau trophique.

En 1985, plus de 4 millions de personnes se sont adonnées à la pêche dans le bassin des Grands Lacs. La valeur économique de cette pêche sportive est évaluée à 4 milliards de dollars.

FIGURE 12 Concentrations de BPC dans les poissons gibiers de diverses longueurs prélevés dans les Grands Lacs



Note : Ces représentations simplifiées veulent montrer que les concentrations de produits chimiques dans les poissons varient d'une espèce et d'un endroit à l'autre. Comme dans le cas de la figure précédente, les chiffres ne devraient pas être utilisés pour établir des comparaisons individuelles.

Source : Ministère de l'Environnement de l'Ontario.

# Un inventaire des effets

Nous avons déjà présenté dans ce chapitre des renseignements indiquant que divers produits chimiques organochlorés se sont accumulés dans le plancton, le poisson et les œufs des oiseaux composant le réseau trophique des Grands Lacs. Certes, on connaît bien les tendances des produits chimiques toxiques persistants et leur répartition dans le bassin des Grands Lacs, mais les recherches tentent toujours d'établir la pleine signification biologique de leur présence dans l'écosystème.

À ce jour, on a publié des données scientifiques confirmant que 11 espèces fauniques, toutes des prédateurs du sommet du réseau trophique, ont connu, depuis les années 1960, un déclin de leur population, des troubles de reproduction ou d'autres problèmes physiologiques reliés aux substances toxiques persistantes (ou les trois).

On trouvera un résumé de ces effets au tableau 7. Il existe aussi des données inédites sur les effets qu'auraient subis plusieurs autres espèces aquatiques (le Balbuzard, le Grand Héron et le Râle de Virginie). Il est encourageant de constater que, pour l'ensemble des lacs, la majorité des espèces d'oiseaux ont connu une amélioration de leur capacité reproductrice. Les exceptions sont le Pygargue à tête blanche ainsi que la Sterne pierregarin et la Sterne de Forster. Les biologistes travaillant sur le terrain observent toujours les manifestations de toxicité dans le développement des espèces des lacs Michigan, Supérieur, Huron et Ontario. Ces difficultés sont plus marquées dans les secteurs fortement contaminés tels que la baie Green, dans le lac Michigan, la baie Saginaw, dans le lac Huron, et le port de Hamilton, dans le lac Ontario.

**TABLEAU 6**  
**Critères de consommation du poisson<sup>1</sup>**  
**(ppm, poids humide sauf pour la dioxine, ppt, poids humide)**

Paramètre	Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs Objectif spécifique <sup>2</sup>	Santé et Bien-être social Canada Limite réglementaire <sup>3</sup>	FDA des É.-U. Niveau d'action <sup>4</sup>	Guide pour la consommation du poisson gibier de l'Ontario
Aldrine/Dieldrine	0,3	0,1	0,3	—
DDT (total)	1,0 <sup>6</sup>	5,0	5,0	5,0
Dioxine (2,3,7,8-TCDD)	—	20 (ppt)	25 <sup>7</sup> (ppt)	20 (ppt)
Endrine	0,3	0,1	0,3	—
Heptachlore/époxyde d'heptachlore	0,3	0,1	0,3	—
Hexachlorobenzène (HCB)	—	0,1	0,3	—
Képone	—	0,1	0,3	—
Plomb	—	—	—	1,0
Lindane	0,3	0,1	0,3	—
Mercure	0,5 <sup>6</sup>	0,5	1,0	0,5 <sup>8</sup>
Mirex	Essentiellement absent <sup>6</sup>	0,1	0,1	0,1
BPC	0,1 <sup>6</sup>	2,0	2,0	2,0
Toxaphène	—	0,1	5,0	—

1. Critères fondés sur l'analyse d'un filet, sans peau, sauf indication contraire.

2. Fondé sur l'espèce la plus sensible, ce qui explique les valeurs inférieures pour certains composés.

3. Les limites réglementaires de SBSC ne visent que les poissons vendus dans le commerce. La province d'Ontario les applique comme des lignes directrices à la consommation de poisson gibier.

4. Niveau d'action de la *Food and Drug Administration* (FDA) des États-Unis fondé sur le filet avec la peau.

5. Les lignes directrices de l'Ontario portent sur une limitation de la fréquence de consommation du poisson : si le niveau d'un contaminant dans un filet dorsal sans peau est inférieur à la ligne directrice, on n'impose aucune limite à la consommation ; si le niveau dépasse la ligne directrice, on recommande de limiter la fréquence de consommation. Dans le cas des femmes en âge de procréer et des enfants de moins de 15 ans, les restrictions s'appliquent en deçà des niveaux établis par la ligne directrice et l'on recommande de ne pas consommer de poisson du tout lorsque le niveau dépasse la ligne directrice.

6. Critères fondés sur le poisson entier.

7. Aucune consommation lorsque les niveaux de TCDD dépassent 50 ppt.

8. Aucune consommation n'est recommandée si le niveau de mercure dépasse 1,5 ppm.

**Certaines études ont révélé que la réduction de gras dans la chair du poisson peut diminuer la quantité de contaminants liposolubles dans les portions de poisson consommées. Les graisses dans la chair du poisson peuvent être réduites en enlevant la graisse apparente, en perçant ou en enlevant la peau avant la cuisson, en utilisant une méthode qui permet aux graisses de s'écouler (par exemple, la cuisson au four ou sur le grill), ou en recourant à la friture. Ces méthodes ne réduisent pas le contenu en mercure de la chair de poisson puisque ce produit chimique se trouve surtout dans les muscles (le filet).**