



## **Program de lutte contre les contaminants dans le nord**

Le Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord (PLCN) a été créé en 1991 pour répondre aux inquiétudes suscitées par les concentrations élevées de contaminants chez les poissons et les autres espèces sauvages qui jouent un rôle important dans le régime alimentaire traditionnel des Autochtones du Nord. Les premières études avaient révélé, en effet, que les concentrations d'un large éventail de substances – polluants organiques persistants, métaux lourds et radionucléides – ne provenant pas, dans bien des cas, de l'Arctique ou du Canada étaient étonnamment élevées dans l'écosystème arctique.

La première phase du PLCN (Phase I) [1991-1996] était axée sur la collecte des données nécessaires pour déterminer les concentrations, la répartition géographique et les sources des contaminants présents dans l'atmosphère, dans le milieu et chez les habitants de l'Arctique ainsi que la durée probable du problème. Les résultats de la Phase I ont été présentés dans le *Rapport d'évaluation des contaminants dans l'Arctique canadien* (RECAC) qui a été publié en 1997.

Au cours de la deuxième phase, qui duré de 1998 à 2003, le PLCN était axé sur :

- ▶ les conséquences et les risques éventuels pour la santé humaine des concentrations actuelles de contaminants chez les principales espèces consommées dans l'Arctique;
- ▶ les tendances temporelles des contaminants en cause chez des espèces indicatrices et dans l'air de l'Arctique;
- ▶ des activités améliorées d'éducation et de communication auxquelles participent les collectivités nordiques;
- ▶ les efforts visant à contrôler la production, l'utilisation et l'élimination des contaminants à l'échelle internationale.

La Phase II du PLCN a examiné ces questions dans le cadre de plusieurs sous-programmes : santé humaine; surveillance de la santé des habitants et des écosystèmes de l'Arctique et de l'efficacité des mesures de contrôle internationales; éducation et communications; politique internationale. Les résultats des recherches et des activités menées lors de la Phase II du PLCN sont résumés dans la série de rapports du deuxième *Rapport d'évaluation des contaminants dans l'Arctique canadien* (RECAC II), publié en mars 2003 (cinq volumes en anglais et une *Synthèse* en français). Le RECAC II est une évaluation approfondie des cinq dernières années de recherches et d'activités sur les contaminants dans le Nord, parrainées par le PLCN.

Cinq fiches d'information ont été élaborées, soit une pour chaque rapport du RECAC II. Ces fiches donnent un aperçu des nombreux résultats du PLCN décrits dans chacun des rapports.

## **Rapport d'évaluation des contaminants dans l'Arctique canadien II**

# **Occurrence, tendances et voies de transport dans le milieu physique**

Le rapport technique sur l'occurrence, les tendances et les voies de transport des contaminants dans le milieu physique du RECAC II présente les résultats des recherches menées dans les trois domaines d'étude considérés au début du PLCN comme les priorités pour le milieu biologique arctique :

- ▶ identification des tendances temporelles;
- ▶ études physicochimiques;
- ▶ autres substances chimiques potentiellement préoccupantes.

Les cinq ans de recherches dans ces trois domaines prioritaires ont permis d'améliorer considérablement nos connaissances sur les contaminants dans le milieu physique de l'Arctique. Nous avons également fait des découvertes inattendues. La présente fiche d'information décrit certains des résultats clés de ces recherches.

## **Polluants organiques persistants**

**Inventaires sur des grilles régionales et planétaires des émissions de certains pesticides organochlorés, comme l'hexachlorocyclohexane et le toxaphène** Dans la majorité des régions du monde, le HCH technique, mélange constitué principalement des isomères  $\alpha$ -,  $\beta$ - et  $\gamma$ -du HCH, a été remplacé par le lindane ( $\gamma$ -HCH presque pur) dans les années 1970 et 1980. La baisse de l'utilisation et des émissions mondiales du HCH technique a entraîné la chute des quantités de  $\alpha$ - et de  $\beta$ - HCH dans l'air de l'Arctique, résultats qui aident à améliorer les modèles de bilan de masse planétaire. Par ailleurs, ces résultats prouvent nettement que l'action internationale visant à réduire l'utilisation des POP à l'échelle mondiale peut avoir un impact direct sur les concentrations dans l'Arctique. L'utilisation du lindane, particulièrement en tant qu'agent de traitement des semences de maïs et de colza, continue d'envoyer de nouvelles quantités de  $\gamma$ -HCH dans l'Arctique. Plusieurs pays grands consommateurs de lindane, y compris le Canada, ont récemment pris des mesures pour mettre fin à l'utilisation de ce produit, ce qui devrait réduire les émissions. L'Asie demeure toutefois une source importante de  $\gamma$ -HCH.



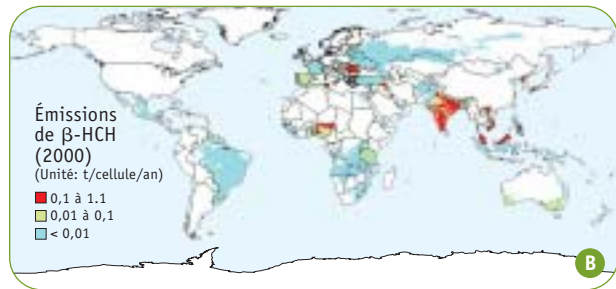
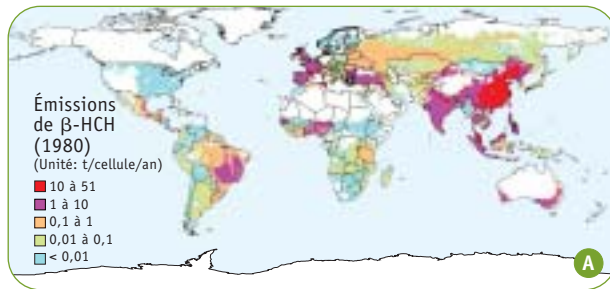


Figure 1: Estimations des émissions mondiales de  $\beta$ -HCH en 1980 (A) et 2000 (B).

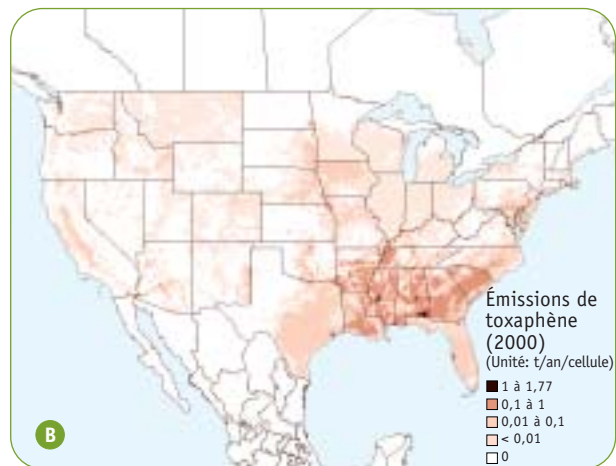
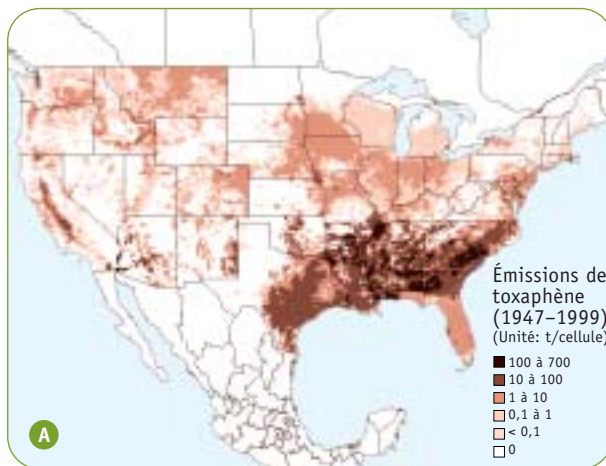


Figure 2: Émissions totales de toxaphène aux États-Unis dans un système de quadrillage d'une résolution de  $1/4^\circ$  de longitude X  $1/6^\circ$  de latitude. a) 1947-1999; b) 2000. Environ 90 % des émissions totales en 2000 proviennent du sud-est des États-Unis.

Les résidus de pesticides organochlorés présents dans le sol, issus des utilisations passées et actuelles, continuent de se volatiliser dans l'atmosphère. Le transfert du toxaphène du sol à l'air a été bien décrit d'après des propriétés physicochimiques tels que les coefficients de partage et la pression de vapeur. Un inventaire des émissions fondé sur les enregistrements de la distribution du toxaphène aux États-Unis indique que 29 kt de cette substance persiste dans les terres agricoles. En dépit de la révocation de l'homologation du toxaphène il y a deux décennies, la volatilisation des résidus présents dans le sol a envoyé 360 t de la substance dans l'atmosphère en 2000. Le transfert de la source, des émissions directes aux résidus dans le sol, est illustré dans les profils des congénères du toxaphène mesurés dans l'atmosphère arctique.

**Régression dans l'atmosphère de la plupart des polluants organiques persistants (POP) anciens au cours des 5-10 dernières années.** Parmi les POP organochlorés mesurés dans l'air d'Alert figurent, en ordre décroissant d'abondance,  $\Sigma$ HCH et HCB >  $\Sigma$ BPC >  $\Sigma$ chlordane > dieldrine >  $\Sigma$ DDT. Les concentrations de la plupart des POP, qui ont été étudiés dans le premier RECAC et qui ont reçu une attention internationale par l'intermédiaire des Nations Unies, sont en diminution dans l'air de l'Arctique. Les échantillons prélevés à

Alert, au Nunavut, ont confirmé cette tendance en ce qui concerne les BPC, le DDT, le chlordane et le HCH. Les rapports entre les isomères du chlordane et du DDT indiquent que les sources actuelles sont principalement les résidus présents sur les sols météorisés et que l'application de ces pesticides est à la baisse. Par ailleurs, les mesures périodiques des pics dans les rapports entre les isomères, indicateurs de pesticides récemment épanchés, révèlent une utilisation occasionnelle de ces produits à certains endroits.

**Observation de « substances chimiques nouvelles » dans l'environnement abiotique de l'Arctique** Des POP de nouvelle génération, notamment les ignifuges bromés (particulièrement des polybromodiphényléthers [PBDE]), les alcanes perfluorés, les paraffines chlorées à chaîne courte (PCCC) et les polychloronaphtalènes [PCN]), sont observés dans l'air, l'eau de mer et les sédiments d'eau douce de l'Arctique. Les teneurs en PBDE chez les phoques annelés augmentent à une vitesse telle qu'elles pourraient bientôt atteindre les concentrations de certains congénères des BPC. L'endosulfan, la trifluorure et le méthoxychlor, actuellement en usage dans les pays circumpolaires, ont également été détectés. Contrairement à la plupart des autres pesticides organochlorés, les concentrations d'endosulfan dans l'atmosphère arctique n'ont pas diminué ces sept dernières années. La détection

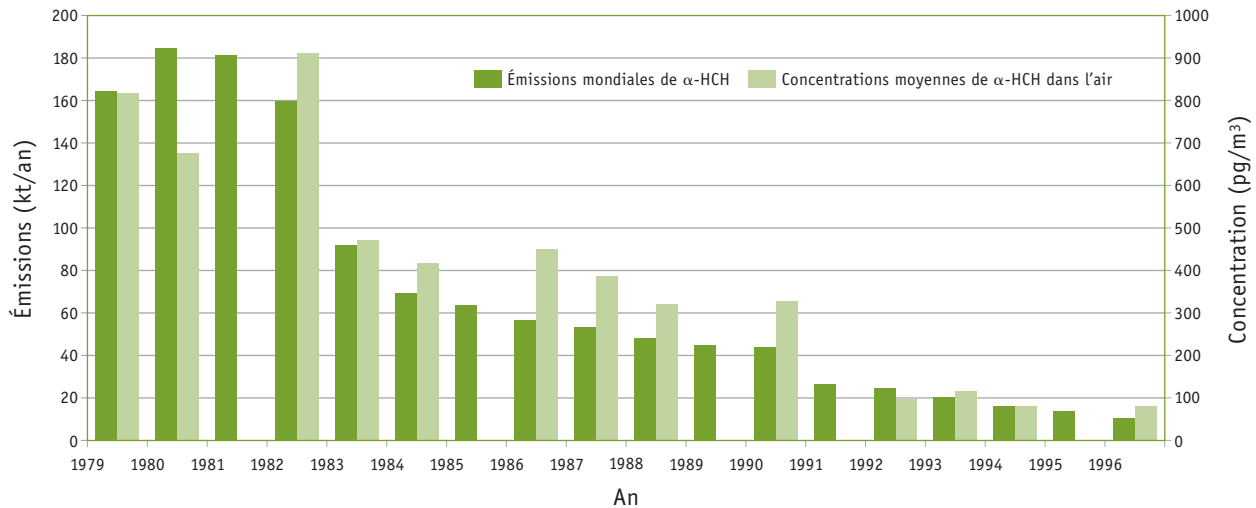


Figure 3: Tendances récentes et à long terme des concentrations de  $\alpha$ -HCH mesurées dans l'air de l'Arctique. Les tendances à long terme illustrent clairement la baisse de l'utilisation du HCH technique.

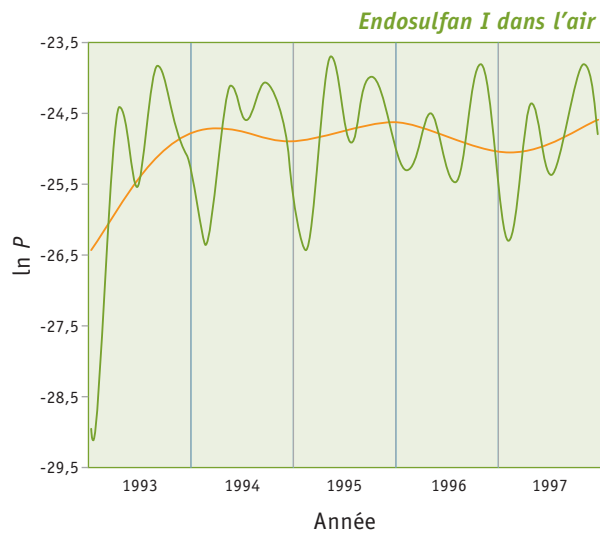
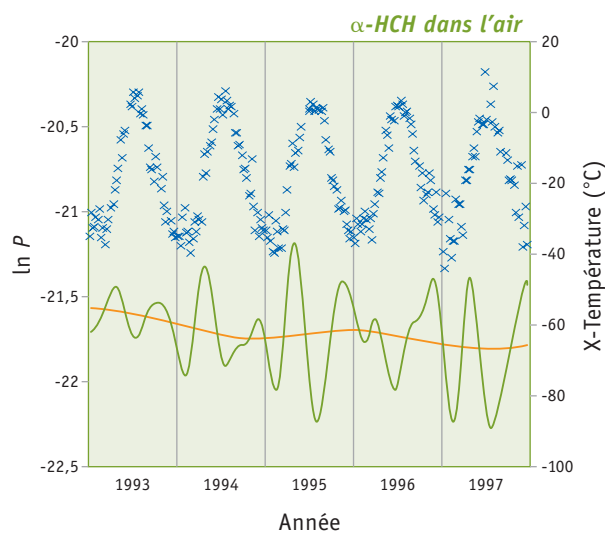


Figure 4: Tendance et cycle saisonnier de l'endosulfan I dans l'atmosphère d'Alert, au Nunavut.

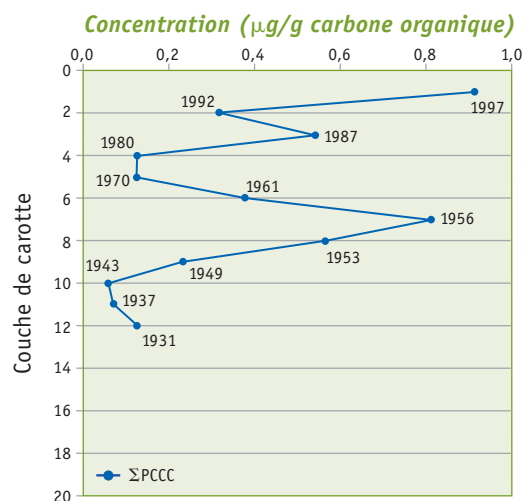
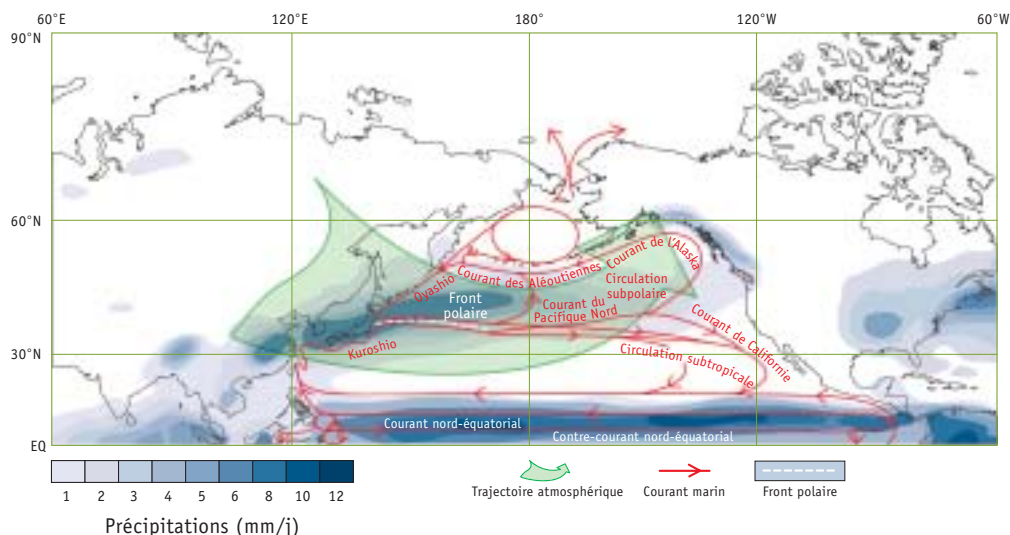


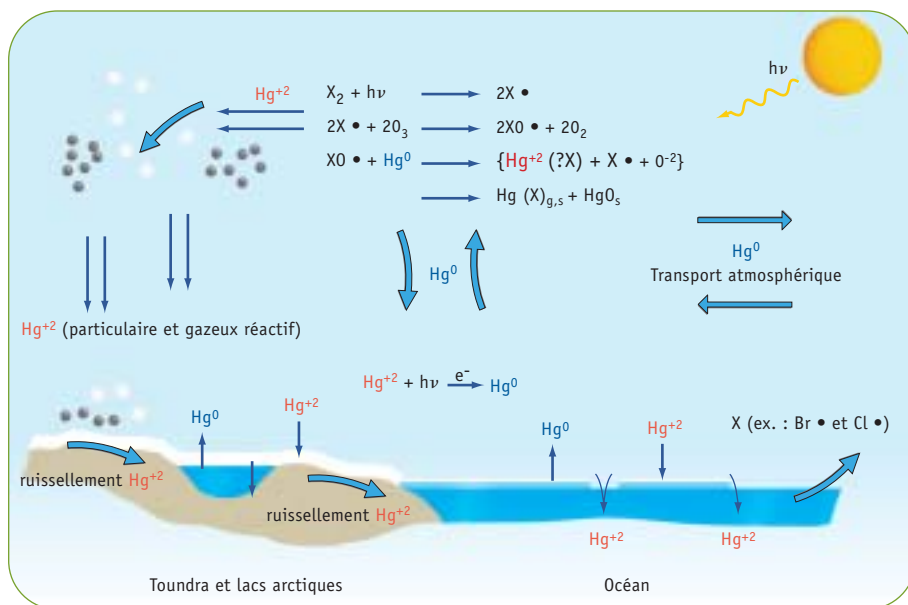
Figure 5: Profil historique des PCCC dans une carotte de sédiments lacustres provenant de l'île Devon, au Nunavut.

de ces POP dans le milieu arctique, bien loin de leurs sources potentielles, pourrait apporter les preuves nécessaires pour appliquer des interdictions à l'échelle mondiale aux termes de la Convention des Nations Unies sur la pollution atmosphérique transfrontalière à longue distance et de la Convention de Stockholm.

**Caractérisation d'un mode dominant de circulation océanique du  $\beta$ -HCH.** Il a été bien établi que le  $\alpha$ -HCH est transporté vers l'Arctique par voie atmosphérique. Il s'agit là d'un exemple classique de condensation à froid. Ainsi, les tendances latitudinales du  $\alpha$ -HCH en milieu marin montrent des teneurs croissantes du sud au nord, avec les plus fortes concentrations dans l'océan Arctique. Les concentrations de  $\beta$ -HCH, toutefois, sont plus élevées dans le Pacifique Nord que dans l'Arctique. La majeure partie du  $\beta$ -HCH provenant de l'Asie semble se déposer dans le Pacifique Nord avant d'être acheminée vers l'océan Arctique par le détroit de Béring. Ces observations s'accordent avec le fait que le  $\beta$ -HCH a une constante de Henry plus faible et qu'il est lessivé



**Figure 6:** Tendances récentes et à long terme des concentrations de  $\alpha$ -HCH mesurées dans l'air de l'Arctique. Les tendances à long terme illustrent clairement la baisse de l'utilisation du HCH technique.



**Figure 7:** Bien que leur mécanisme soit encore très peu compris, les EAM sont associés à des chutes des quantités d'ozone et à des augmentations des teneurs en oxyde de brome. Ces composés joueraient donc un rôle dans le processus atmosphérique.

dans les précipitations avant que la masse d'air atteigne l'Arctique. Il en découle un retard dans le transport du  $\beta$ -HCH vers l'océan Arctique. Cette hypothèse, si elle est confirmée, implique que d'autres contaminants persistants à forte affinité avec l'eau et les particules pourraient être apportés dans l'Arctique par les courants marins.

### Métaux lourds

**Nouvelles informations sur les voies atmosphériques, les processus et le comportement environnemental du mercure.** Pendant la Phase II du PLCN, les scientifiques canadiens ont découvert un phénomène selon lequel le mercure atmosphérique est converti de sa forme élémen-

taire gazeuse à une forme plus réactive qui se dépose rapidement sur les surfaces arctiques au moment du lever de soleil polaire. On nomme aujourd'hui ce phénomène « événement d'appauvrissement du mercure » (EAM). Les processus atmosphériques qui favorisent les EAM ne sont pas encore bien compris. Toutefois, les observations faites jusqu'à maintenant indiquent que la radiation solaire ultraviolette, l'ozone et les composés de chlore et/ou de brome emportés par les courants marins jouent un rôle important. Depuis leur découverte à Alert, les EAM ont été signalés dans d'autres endroits de l'Arctique, de la région subarctique (Kuujuaarapik) et de l'Antarctique. L'intensification du dépôt du

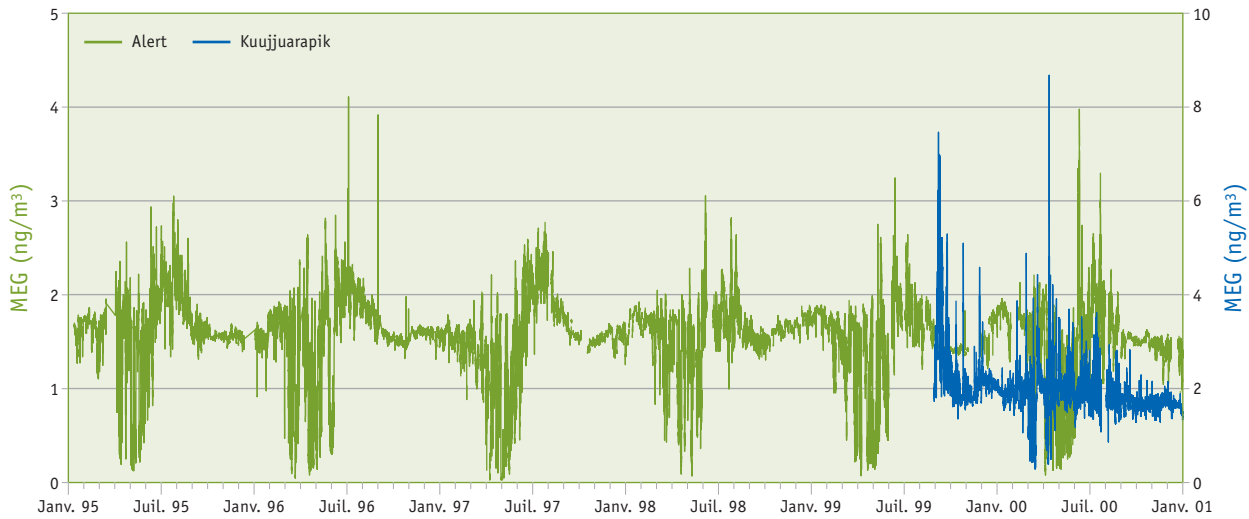


Figure 8: Mesures (moyennes horaires) du mercure élémentaire gazeux (MEG) à Alert, au Nunavut, et à Kuujuaarapik, au Québec.

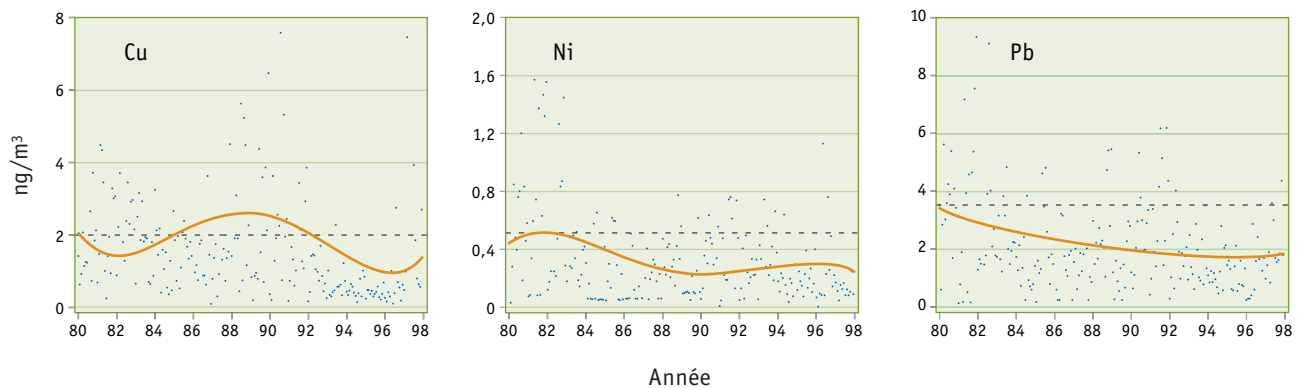


Figure 9: Concentrations de métaux mesurées à un rythme hebdomadaire sur une période de 20 ans à Alert, au Nunavut.

mercure par l'intermédiaire des EAM pourrait contribuer de façon appréciable aux concentrations élevées de mercure qui sont observées chez le biote arctique. Les concentrations mesurées dans les carottes datées de sédiments de lacs arctiques semblent indiquer que les flux de mercure vers les sédiments lacustres ont doublé ou triplé au cours du dernier siècle.

**Stabilité relative des concentrations atmosphériques de métaux lourds d'origine anthropique, comme le cuivre, le plomb et le nickel.** Un grand éventail d'éléments ont été dosés dans l'air d'Alert au cours des vingt dernières années. Ces éléments proviennent à la fois de sources naturelles et de sources anthropiques, par exemple des émissions de fonderies. Les métaux d'origine anthropique tels que le cuivre, le nickel et le plomb ont affiché des variations saisonnières, les valeurs maximales étant atteintes durant l'hiver, période où la concentration d'aérosols est également à son plus haut. Des observations fondées uniquement sur les données hivernales indiquent une tendance générale à la baisse des concentrations de métaux d'origine anthropique tels que le cuivre, le nickel et le plomb.

## Processus et changement

**Développement et perfectionnement des études et des modèles des processus des contaminants pour ce qui est des POP et du mercure.** Pour répondre directement aux besoins créés récemment par les protocoles du PNUE et de l'ONU/CEE concernant les POP, on a élaboré divers modèles simples, qui permettent d'évaluer la persistance globale et la portée spatiale des substances chimiques à l'aide des données sur leurs propriétés physicochimiques. Ces modèles tiennent compte de l'influence qu'a la distribution des substances chimiques dans leur milieu sur leur capacité de persister et d'être transportées sur de longues distances. Les modèles de lessivage des contaminants par les précipitations dans l'air nous ont permis de mieux comprendre les mécanismes de dépôt. La capacité de la neige d'adsorber des contaminants organiques non polaires est fonction de la surface spécifique qui, dans la neige naturelle, varie sur deux ordres de grandeur (d'environ 0,01 à 1 m<sup>2</sup>/g). Généralement, la surface spécifique diminue sur une échelle de temps en jours à mesure que la neige vieillit, ce qui mène à la revolatilisation partielle des contaminants semi-volatils.

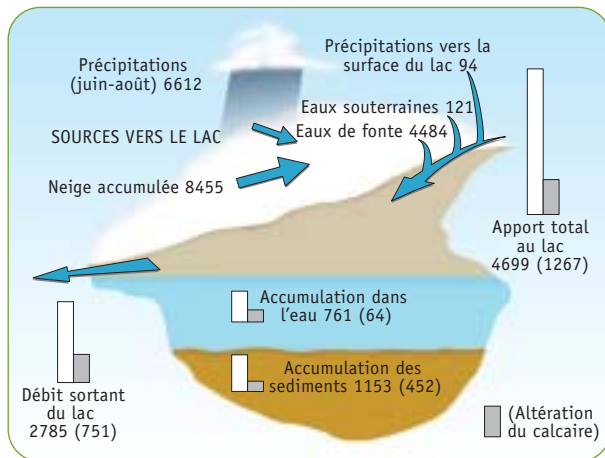


Figure 10: Bilan du mercure (mg) dans le lac Amituk, au Nunavut, au Canada.

Dans le bassin du lac Amituk, la majeure partie des contaminants qui y sont déposés par la fonte saisonnière de la neige accumulée ne semble pas être retenue; elle est plutôt acheminée vers d'autres systèmes terrestres et marins. Le bilan de masse du mercure le démontre bien. Étonnamment, des taux rapides de dégradation microbienne ont été prédits pour plusieurs POP dans le lac Amituk et pour le HCH dans l'océan Arctique. La dégradation microbienne se dessine comme le principal mécanisme d'élimination de nombreux POP de l'eau douce et de l'eau de mer.

**Les modifications systémiques résultant de la variabilité ou des changements du climat ont un effet sur les trajectoires des contaminants.** Au cours des années 1990, le climat de l'Arctique a subi de remarquables changements qui ont touché notamment le régime des vents et les conditions atmosphériques, la couverture de glace, l'épaisseur de la glace, la dérive des glaces, le pergélisol, l'hydrologie, les courants océaniques, les précipitations et les températures. Ces changements ont des conséquences importantes sur les voies de transport des contaminants. Par exemple, le détournement de l'eau des fleuves russes vers l'est, c'est-à-dire vers le bassin Canada, ainsi que des changements semblables dans les trajectoires de dérive de la glace au début des années 1990 ont fait que les contaminants présents pénétraient aussi dans le bassin Canada et s'écoulaient ainsi à travers l'archipel. D'autres répercussions, encore plus graves et étendues, sont également à prévoir sur les trajectoires des contaminants, notamment la cryoconcentration, la fixation à des particules riches en matières organiques et la bioamplification dans le réseau trophique. Compte tenu des changements récents dans la structure de l'écosystème et le régime des glaces de l'Arctique, il faut faire preuve d'une grande prudence lorsqu'on analyse les données sur les tendances des contaminants qui ont été recueillies au cours des deux dernières décennies.

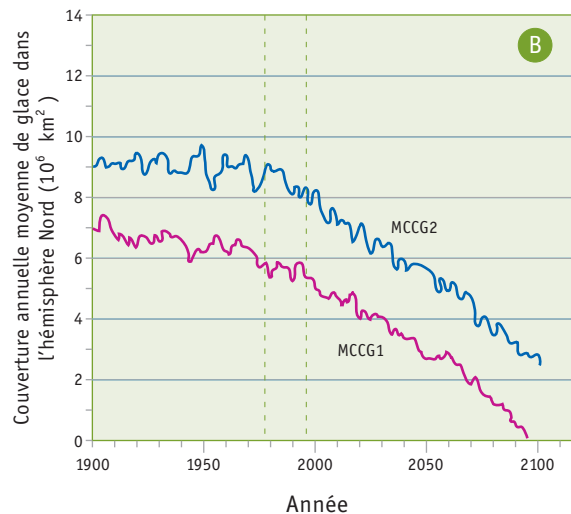
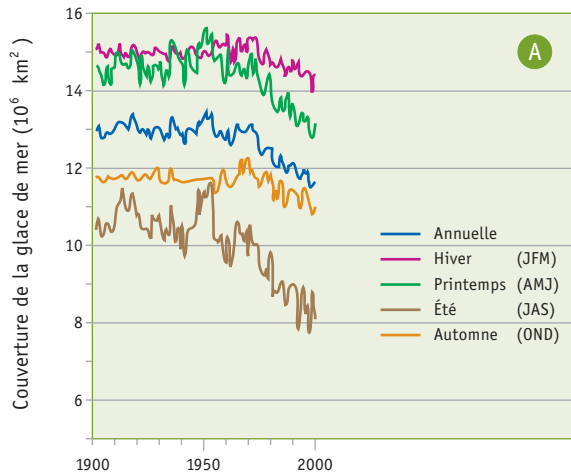


Figure 11: a) Série chronologique de 1900 à 2000 sur l'étendue annuelle et saisonnière de la glace de mer dans l'hémisphère Nord. b) Projections de la moyenne annuelle de la couverture de la glace de mer dans l'hémisphère Nord, simulées par le MCGG1 (Modèle couplé de circulation générale de première génération) et MCGG2 (Modèles couplé de circulation générale de deuxième génération). Le MCGG2 diffère du MCGG1 par le paramétrage de mélange.

**Pour plus de renseignements** sur l'occurrence, les tendances et les voies de transport dans le milieu physique, veuillez consulter la série de rapports du RECAC II, disponibles au Secrétariat du Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord :

Les Terrasses de la Chaudière  
 10, rue Wellington, salle 660  
 Hull (Québec) K1A 0H4  
 Tél. : 819-953-8109  
<http://www.ainc-inac.gc.ca/ncp>

Mentions de source du médaillon : ITK/Eric Loring;  
 R&D pour la défense Canada/Janice Lange; Pat Roach