



Polluants

Substances persistantes, biocumulatives et toxiques

Messages clés

- Les substances persistantes, biocumulatives et toxiques (SPBT) sont des substances chimiques qui se dégradent lentement dans l'environnement, s'accumulent dans l'organisme des humains et d'autres espèces et peuvent avoir des effets toxiques à long terme. On s'intéresse présentement à un petit nombre de SPBT, mais d'autres qui sont actuellement évaluées pourraient également faire l'objet d'une attention particulière.
- Les SPBT peuvent être rejetées de façon intentionnelle (les pesticides, par exemple) ou non intentionnelle (comme les sous-produits de la combustion ou de la fabrication). Certaines de ces substances sont transportées sur de très grandes distances par les courants atmosphériques et d'autres voies de pénétration dans l'environnement, contaminant des régions qui sont très éloignées de leur point d'origine.
- L'utilisation de produits de remplacement ou la réduction/l'élimination des émissions a permis de réduire les niveaux de certaines SPBT dans l'environnement, mais les délais de récupération sont longs en raison du fait que ces substances se décomposent difficilement, ou lentement, en éléments inoffensifs.

Les *substances persistantes, biocumulatives et toxiques* (SPBT) sont des substances chimiques qui se dégradent difficilement dans l'environnement. Elles s'accumulent généralement dans les tissus adipeux et sont métabolisées sur une longue période et, dans bien des cas, leur concentration augmente d'un maillon à l'autre de la chaîne alimentaire. On a constaté que certaines SPBT ont des effets néfastes sur la santé humaine et animale.

Enjeu environnemental à l'étude

Les effets néfastes à long terme des SPBT sur la santé humaine et l'environnement ont été démontrés à maintes reprises. Les preuves recueillies ont amené la communauté internationale à chercher une solution au problème (voir l'encadré).

SPBT et santé humaine

Les populations de l'Amérique du Nord sont exposées à une foule de polluants environnementaux, dont les SPBT. Des études ont établi un lien entre diverses SPBT et divers effets néfastes sur les humains, dont des troubles du système nerveux, de la reproduction et du développement, le cancer et des troubles génétiques. Certaines SPBT imitent les fonctions des hormones et peuvent donc entraîner une modification des caractéristiques sexuelles et d'autres fonctions hormonales.

SPBT et santé animale et végétale

Comme les humains, les animaux et les végétaux sont exposés aux SPBT présentes dans l'air, l'eau et la nourriture. Les animaux qui se trouvent en haut de la chaîne alimentaire, comme les mammifères marins, les oiseaux de proie et certaines espèces de poisson, sont les plus susceptibles d'être exposés à des niveaux toxiques de SPBT. Les avis relatifs à la consommation de poisson émis par les gouvernements de la région des Grands Lacs et d'autres régions visent à protéger la population contre les risques associés à la consommation de poissons contaminés. Le mercure, les biphényles polychlorés (BPC), le chlordane, les dioxines et le DDT—les SPBT qui contaminent le poisson—s'accumulent dans les tissus des poissons à des concentrations qui sont des milliers de fois supérieures à celles qu'on trouve dans l'eau. Les SPBT peuvent demeurer dans les sédiments pendant des années et contaminer les

Une réponse internationale aux SPBT

Le Canada, le Mexique, les États-Unis et 151 autres pays ont signé la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (mai 2001). Le Canada et le Mexique ont ratifié la Convention, mais pas les États-Unis.

La Convention désigne douze SPBT devant faire l'objet de mesures de contrôle. Ces substances sont groupées dans trois catégories :

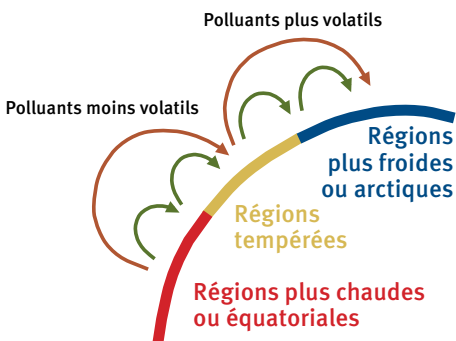
Pesticides—aldrine, chlordane, DDT, dieldrine, endrine, heptachlore, hexachlorobenzène (HCB), mirex et toxaphène

Substances chimiques industrielles—HCB et BPC

Sous-produits non intentionnels—dioxines et furanes.

Bon nombre des douze substances visées par la Convention ne sont plus produites, mais sont toujours présentes dans l'environnement. On s'intéresse présentement à un petit nombre de SPBT, mais d'autres qui sont actuellement évaluées pourraient également faire l'objet d'une attention particulière.

L'effet sauterelle ou la distillation globale



Source : Environnement Canada.

organismes de fond dont se nourrissent les prédateurs (voir la figure, qui illustre la bioaccumulation et la bioamplification).

La persistance de ces substances dans l'environnement est non négligeable. Malgré le fait que les États-Unis ont interdit l'utilisation du chlordane en 1988, 105 avis relatifs à la consommation de poisson contaminé par cette substance ont été émis en 2006. Le DDT est quant à lui interdit depuis 1975, mais malgré cela, 84 avis relatifs à la consommation de poisson contaminé au DDT ont été émis en 2006 aux États-Unis.

Pourquoi cet enjeu est-il important pour l'Amérique du Nord?

Les SPBT sont rejetées dans l'environnement parfois intentionnellement, parfois involontairement. Par la suite, certaines d'entre elles peuvent se disperser dans des régions données et au-delà des frontières internationales, en Amérique du Nord et ailleurs dans le monde. Les SPBT sont particulièrement préoccupantes en Amérique du Nord, car on les trouve dans des régions écologiquement fragiles comme l'Arctique (voir l'illustration des voies de pénétration dans l'Arctique), les Grands Lacs et le golfe du Mexique.

Sources de SPBT

Tous les secteurs industriels du monde entier utilisent des substances chimiques, mais certains d'entre eux sont plus susceptibles d'émettre des SPBT. Ces émissions peuvent être intentionnelles—pesticides contenant des SPBT—ou non intentionnelles—sous-produits de combustion (p. ex., dioxines et furanes). Le tableau qui suit renferme une liste de quelques industries, processus/procédés et produits qui sont associés aux SPBT.

D'autres SPBT sont toujours rejetées comme sous-produits d'activités industrielles. Par exemple, depuis le début de l'ère industrielle, au milieu

des années 1800, on a observé une augmentation des rejets de mercure associés aux centrales thermiques alimentées au charbon. On a également observé une augmentation globale de 200 à 400 % des taux de dépôt de mercure, ce qui augmente les risques d'effets sur la santé humaine et les écosystèmes partout dans le monde.

Transports

La facilité avec laquelle certaines SPBT peuvent se disperser dans l'environnement est très préoccupante. Ces substances se retrouvent dans des régions éloignées, transportées dans l'atmosphère sur de longues distances selon un cycle complexe de dépôts au sol et de retour dans l'atmosphère, ce qu'on appelle « l'effet sauterelle ». À terme, elles s'accumulent dans les régions froides comme l'Arctique suivant un processus appelé « la distillation globale » (voir la figure).

La plupart des SPBT étant des substances relativement volatiles, elles peuvent se retrouver dans l'atmosphère puis être transportées par les vents, parfois sur de longues distances. Par des processus atmosphériques, soit parce que les molécules se retrouvent au sol transportées par les précipitations ou par suite du dépôt des particules, ces substances se déposent sur le sol ou dans les écosystèmes aquatiques où elles s'accumulent et sont susceptibles de causer des dommages. Elles peuvent ensui-

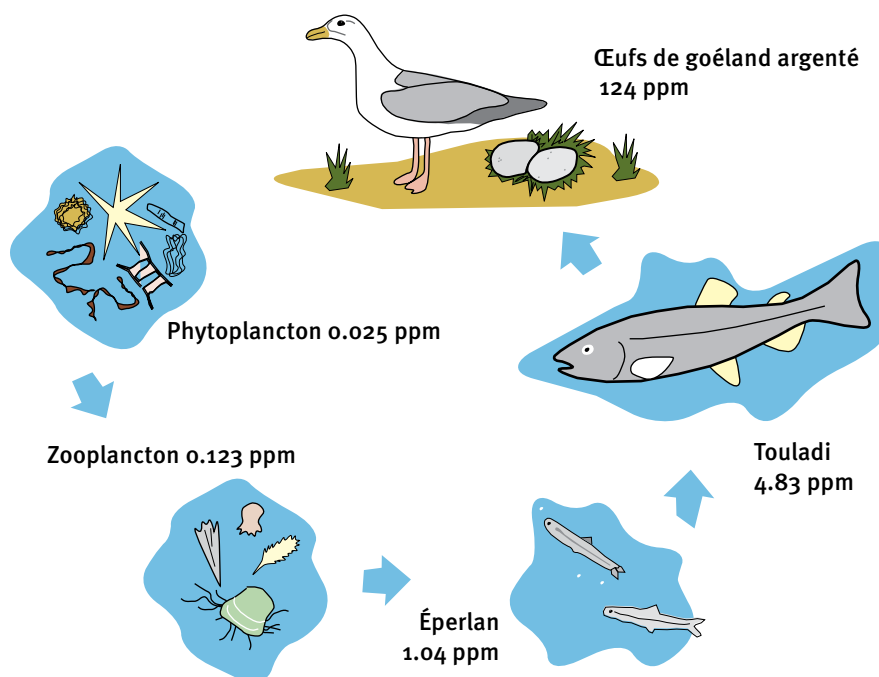
te s'évaporer et retourner dans l'atmosphère et être transportées de régions au climat tempéré vers des régions au climat plus froid. Lorsque les températures diminuent, ces substances se condensent, ce qui fait qu'on les trouve en plus fortes concentrations dans les régions circumpolaires et à haute altitude, où la faible énergie thermique ne permet pas un nouveau cycle d'évaporation. Tout au long de ces processus, certaines SPBT peuvent franchir des milliers de kilomètres à partir de leurs sources d'émission et s'accumuler dans des régions polaires. Outre les rejets dans ces régions, l'Amérique du Nord doit composer avec la dispersion atmosphérique à longue distance des SPBT provenant de diverses sources dans le monde.

Biosurveillance

Les enfants et les fœtus sont des groupes de population humaine qui sont particulièrement exposés aux SPBT. Les enfants sont particulièrement vulnérables aux substances chimiques toxiques en raison de leur physiologie unique et de leurs caractéristiques sur les plans du développement et du comportement.

Les données de biosurveillance nécessaires à la détermination de la présence de SPBT dans l'organisme humain ne sont pas directement accessibles pour l'ensemble de l'Amérique du Nord, mais des études locales ou nationales nous donnent un aperçu de la situation :

Augmentation de la concentration des SPBT le long de la chaîne alimentaire



Ppm : partie par million. Source : US Environmental Protection Agency.

- Dans l'Arctique canadien, le Programme de surveillance et d'évaluation de l'Arctique (PSEA) a permis de constater que les taux d'exposition élevés mesurés dans certaines collectivités de la région pourraient avoir des effets néfastes sur la santé humaine. Si on n'a encore recueilli aucune preuve directe de tels effets sur l'état de santé (mortalité et morbidité), il y a lieu de s'inquiéter et de poursuivre les efforts visant à réduire l'exposition humaine, compte tenu des données recueillies jusqu'à maintenant.
- Au Mexique, en 2000-2001, on a mesuré les concentrations de pesticides organochlorés, qui sont également des SPBT, dans l'air ambiant de Chiapas. On a constaté que, dans cette région, les concentrations de certains de ces pesticides (DDT, chlordane, toxaphène) étaient élevées comparativement aux niveaux enregistrés dans la région des Grands Lacs. Cette constatation donne à entendre que le sud du Mexique serait peut-être une source d'émission de cette catégorie de substances chimiques; or, on a mesuré des niveaux similaires dans certaines régions du sud des États-Unis, où les émissions pourraient provenir des sols contaminés (DDT, toxaphène) et être associées aux termiticides utilisés dans le passé (chlordane). Les travailleurs du secteur agricole peuvent être exposés à ces SPBT.
- Aux États-Unis, de 1999 à 2002, environ 6 % des femmes en âge de procréer avaient au moins 5,8 parties par milliard de mercure dans le sang, soit un niveau qui ne présenterait pas de risque important. Les concentrations inférieures à 5,8 parties par milliard sont peu susceptibles d'être dommageables. À partir de ces

données et du nombre de naissances par année, on estime que, chaque année aux États-Unis, plus de 300 000 nouveau-nés pourraient présenter un risque accru de troubles d'apprentissage associés à l'exposition *in utero* au méthylmercure.

Quels sont les liens avec d'autres enjeux environnementaux en Amérique du Nord?

Il existe un lien entre les substances persistantes, biocumulatives et toxiques, et, d'une part, la biodiversité, le commerce international et les changements climatiques, d'autre part.

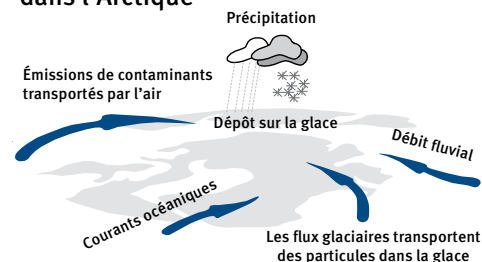
Biodiversité

On a observé pour la première fois les effets des SPBT sur la biodiversité de l'Amérique du Nord dans les années 1970 : les populations de faucons pèlerins, d'aigles et d'autres prédateurs étaient en déclin en raison de la présence de DDT dans la chaîne alimentaire. La mise en œuvre de mesures d'intervention et l'interdiction de certaines SPBT ont permis de rétablir les populations de ces espèces très visibles, mais d'autres espèces pourraient toujours être menacées par la présence de SPBT dans les écosystèmes du continent.

Commerce

Malgré les mesures strictes qui sont prises pour empêcher les rejets de SPBT en Amérique du Nord, ces substances peuvent être introduites sur le continent par le biais du commerce international. Les biens et produits de consommation vendus en Amérique du Nord sont de plus en plus fabriqués, cultivés ou transformés dans des pays dont les normes relatives aux SPBT peuvent différer de celles en vigueur en Amérique du Nord. Les aliments importés qui ont été traités avec des

Voies de pénétration des contaminants dans l'Arctique



Source : Programme de surveillance et d'évaluation de l'Arctique

pesticides comme le DDT, l'aldrine et le chlordane, encore utilisés dans certains pays, en sont un exemple.

Changements climatiques

Dans des conditions atmosphériques normales, le mercure et d'autres SPBT résultant de la combustion de combustibles fossiles et d'autres activités industrielles sont transportés vers le Nord, où elles peuvent se déposer sur le sol ou dans l'eau. Par exemple, on peut trouver des substances émises il y a plusieurs années dans les forêts boréales du nord du Canada et de l'Alaska. Comme les changements climatiques ont des effets sur les forêts et les terres humides du nord, le mercure qui s'est déposé sur des sols froids et humides peut se retrouver à nouveau dans l'atmosphère à la suite de feux de forêt. Compte tenu du climat plus sec des régions septentrionales, le mercure accumulé dans le sol depuis des centaines d'années se retrouve à nouveau dans l'air. La recrudescence des feux de forêt dans la région boréale, associée aux changements climatiques, devrait se solder par une augmentation des émissions atmosphériques de mercure, ce qui exacerbera l'exposition des populations nordiques par le biais des chaînes alimentaires. 🦋

Industries et processus associés aux SPBT

Fabrication	Procédés thermiques	Certains produits contenant des SPBT	Processus de recyclage
<ul style="list-style-type: none"> ■ Production de substances chimiques organiques chlorées ■ Production de pâtes et papier ■ Raffinage du pétrole et régénération des catalyseurs ■ Production de chlore au moyen d'électrodes de graphite 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Frittage du minerai de fer pour les hauts fourneaux ■ Première fusion du cuivre ■ Transformation secondaire de déchets métalliques ■ Fours à ciment ■ Minéralurgie (chaux, céramique, verre, brique) ■ Incinération des déchets : urbains, dangereux, médicaux/cliniques ■ Combustion de charbon et de pétrole ■ moteurs de véhicules et stationnaires 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Application de pesticide/d'herbicide ■ Agents de conservation du bois, du cuir et des textiles ■ Utilisation et application de solvants ■ Procédés de blanchiment industriel ■ Teinture et finition de textile, de laine et de cuir 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Recyclage des métaux, du papier et du plastique ■ Eaux usées et boues de papier, application des effluents sur le sol ■ Récupération de solvants et d'huiles usées ■ Bois traité au pentachlorophénol

Source : Programme des Nations Unies pour l'environnement

Étude de cas – Substances toxiques dans les œufs de balbuzards pêcheurs : Indicateur de la présence de contaminants dans les bassins des fleuves Fraser et Columbia

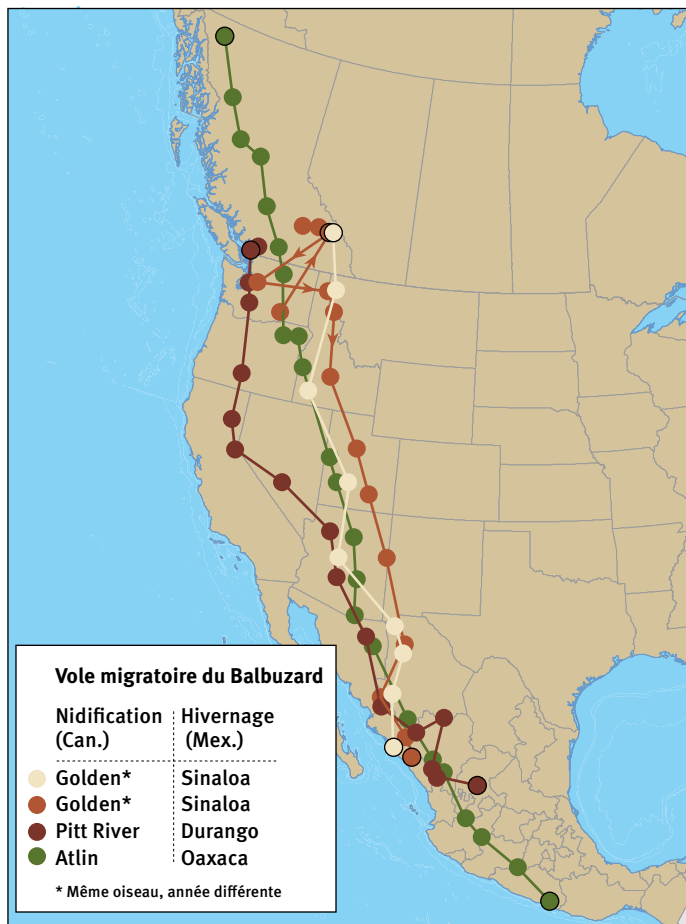
Le balbuzard pêcheur, un oiseau migrateur qui se nourrit de poisson, est exposé aux polluants qui s'accumulent dans les chaînes alimentaires aquatiques; il constitue donc une espèce indicatrice de l'état de santé de l'écosystème aquatique.

Une étude de surveillance des niveaux de substances chimiques toxiques présentes dans l'organisme des balbuzards pêcheurs en migration a permis de recueillir de l'information sur les SPBT accumulées dans les oiseaux et sur l'origine de ces substances. Les résultats soulèvent par ailleurs d'importantes questions au sujet de l'exposition des humains et de la bioaccumulation dans leur organisme.

Le balbuzard pêcheur migre entre l'Amérique latine et les bassins des fleuves Fraser et Columbia, sur la côte nord-ouest de l'Amérique du Nord. Les SPBT présentes dans l'organisme de cet oiseau sont des composés organochlorés (dioxines, furanes et BPC), des pesticides organochlorés (métabolites du DDT, dieldrine, chlordane et toxaphène) et du mercure. Le DDT, les BPC et les dioxines et furanes sont particulièrement associés à des troubles de reproduction et au déclin des populations de balbuzards.

Des chercheurs ont constaté que certains contaminants toxiques trouvés dans les balbuzards pêcheurs proviennent de zones

Télémétrie satellitaire des voies de migration du balbuzard



Source : Adapté de J. Elliott, D. P. Shaw et D. Muir, "Factors Influencing Domestic and International Sources of Chlorinated Hydrocarbons to Fish and Ospreys in British Columbia," Toxic Substance Research Initiative, Final Report, TSRI #224, Vancouver, (non publié).

industrielles du bassin des fleuves Fraser et Columbia toujours en exploitation, et de sites d'industries aujourd'hui fermées qui contiennent toujours des résidus. Les autres substances toxiques proviennent de l'Asie et, peut-être, des sources de nourriture que trouve le balbuzard pêcheur dans ses habitats d'hivernage, en Amérique latine.

Le Service canadien de la faune, en collaboration avec des organismes mexicains et américains, a compilé des données sur les habitudes de migration du balbuzard pêcheur. On a suivi les oiseaux, de leurs sites de nidification, dans le bassin du Fraser, jusqu'à des régions du Mexique (voir la carte) et de pays d'Amérique centrale où on pratique une agriculture intensive.

De 1997 à 2004, la population de balbuzard vivant dans la partie inférieure du fleuve Columbia a augmenté, le nombre de nids occupés passant de 94 à 225, soit un taux annuel d'augmentation de 14 %. Cette augmentation a été attribuée à l'accroissement des taux de reproduction par rapport aux années antérieures et une plus faible concentration de la plupart des pesticides organochlorés, de BPC et de dioxines et furanes dans les œufs. Les niveaux de concentration de résidus observés dans les œufs en 2004 montraient en effet que la présence de ces pesticides a eu des effets néfastes dans peu ou pas de nids. Encore en 1997-1998, le DDE, un métabolite du DDT, entraînait des troubles de la reproduction pour une partie de cette population. Le mercure est la seule substance dont la concentration dans les œufs augmente considérablement avec le temps, par contre, en 2004, elle est demeurée inférieure aux niveaux à partir desquels des effets se font sentir chez les oiseaux. Comme le balbuzard pêcheur se nourrit de diverses espèces de poissons aussi consommés par les populations humaines, la surveillance des niveaux de contaminants dans l'organisme de cet oiseau est un indicateur des substances toxiques possiblement ingérées par les êtres humains.



Balbuzard pêcheur.