



**LES MODULATEURS ENDOCRINIENS :  
LE POINT SUR LA QUESTION**

**Christine Labelle**  
Division des sciences et de la technologie

**Le 10 août 2000**

---

**PARLIAMENTARY RESEARCH BRANCH  
DIRECTION DE LA RECHERCHE PARLEMENTAIRE**

**La Direction de la recherche parlementaire de la Bibliothèque du Parlement travaille exclusivement pour le Parlement, effectuant des recherches et fournissant des informations aux parlementaires et aux comités du Sénat et de la Chambre des communes. Entre autres services non partisans, elle assure la rédaction de rapports, de documents de travail et de bulletins d'actualité. Les attachés de recherche peuvent en outre donner des consultations dans leurs domaines de compétence.**

N.B. Dans ce document, tout changement d'importance fait depuis la dernière publication est indiqué en **caractère gras**.

**CE DOCUMENT EST AUSSI  
PUBLIÉ EN FRANÇAIS**

## TABLE DES MATIÈRES

	<b>PAGE</b>
INTRODUCTION.....	1
LE SYSTÈME ENDOCRINIEN ET LES MODULATEURS ENDOCRINIENS : NOTIONS DE BASE.....	2
A. Le fonctionnement du système endocrinien.....	2
B. Les modulateurs endocriniens et la perturbation du système endocrinien.....	3
LES SUBSTANCES QUI PEUVENT JOUER LE RÔLE DE MODULATEURS ENDOCRINIENS .....	4
A. La pollution, source de modulateurs endocriniens .....	4
B. Les polluants organiques persistants .....	6
C. Les métaux lourds .....	7
D. Les organochlorés .....	8
E. Les pesticides .....	8
F. Autres substances .....	9
LES EFFETS DES MODULATEURS ENDOCRINIENS : LE POINT DE VUE SCIENTIFIQUE.....	9
A. Effets chez les animaux et chez l'humain .....	9
B. Effets sur les systèmes reproducteur et endocrinien .....	11
C. Effets accentués sur le fœtus .....	12
D. Effets indépendants des hormones .....	13
E. Le besoin de connaissances supplémentaires.....	14
MESURES GOUVERNEMENTALES RÉCENTES AU CANADA .....	15
A. Initiatives nationales.....	15
B. Initiatives internationales .....	16
CONCLUSION .....	18
ANNEXE 1 – Liste des modulateurs endocriniens connus ou présumés	
ANNEXE 2 – Les métaux lourds étudiés par le Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord	
ANNEXE 3 – Mesures gouvernementales	



CANADA

LIBRARY OF PARLIAMENT  
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

## **LES MODULATEURS ENDOCRINIENS : LE POINT SUR LA QUESTION**

### **INTRODUCTION**

Les études scientifiques confirment toujours davantage que l'environnement et ses composantes influent sur l'être humain. Entre autres, il devient chaque jour plus évident que la qualité de l'air, de l'eau et du sol a des répercussions directes sur la chaîne alimentaire et, par conséquent, sur les humains, qui se trouvent au haut de la chaîne. Depuis quelques années, les substances qui perturbent le système endocrinien – ou modulateurs endocriniens – sont devenues un sujet de préoccupations. Des études scientifiques réalisées au Canada et dans plusieurs autres pays ont démontré que ces substances peuvent agir sur le système endocrinien de certains invertébrés, des poissons et des animaux supérieurs en général. On sait que les modulateurs endocriniens peuvent altérer la reproduction, la croissance et le développement de plusieurs espèces. Les scientifiques se préoccupent donc du rôle que ces substances pourraient jouer dans l'apparition ou l'augmentation, chez l'humain, de maladies liées au système hormonal, notamment l'accroissement toujours inexplicable des cas de cancers, d'infertilité et de malformations des organes reproducteurs noté dans plusieurs pays.

Les mécanismes par lesquels les modulateurs endocriniens perturbent le système hormonal sont complexes et ne sont pas encore bien compris. Les chercheurs savent par contre que l'éventail des substances nocives pour la santé est grand, justement à cause de la complexité du système endocrinien, et qu'il ne suffit que de faibles concentrations pour altérer le fonctionnement physiologique de plusieurs espèces fauniques.

L'ampleur des effets des modulateurs sur l'être humain fait toujours l'objet de débats, car de multiples facteurs limitent la recherche et empêchent de tirer des conclusions aussi facilement que pour ce qui est de la faune. Quoiqu'il en soit, le gouvernement canadien accorde une priorité élevée à ce dossier d'envergure internationale, afin de pouvoir disposer des connaissances nécessaires à une prise de décisions éclairée en matière de politiques.

Ce document tente de faire le point sur la question des modulateurs endocriniens. La première partie résume le fonctionnement du système endocrinien, explique ce qu'est un modulateur endocrinien et décrit son mode d'action sur l'organisme. La deuxième partie présente quelques-unes des substances qui pourraient être des modulateurs endocriniens, tandis que la troisième traite des effets des modulateurs endocriniens sur la faune et expose les différents points de vue qui ont cours dans la communauté scientifique quant à l'ampleur des effets sur l'humain. Enfin, la quatrième partie examine certaines mesures récentes prises par le gouvernement du Canada pour lutter contre le problème des modulateurs endocriniens.

## **LE SYSTÈME ENDOCRINIEN ET LES MODULATEURS ENDOCRINIENS : NOTIONS DE BASE**

### **A. Le fonctionnement du système endocrinien**

Le système endocrinien, appelé aussi système hormonal, joue un rôle de premier plan, notamment dans le mécanisme de la croissance et du développement sexuel. Il est constitué des glandes endocrines telles que les testicules, les ovaires, la thyroïde, les glandes pancréatiques, les surrénales, les parathyroïdes et l'hypophyse (qui commande toutes les autres). Ces glandes sécrètent des substances (les *hormones*), qui sont des messagers chimiques déversés directement dans le sang et qui se dirigent vers divers organes (les *récepteurs*) pour en exciter le fonctionnement. Certaines glandes, telles que le pancréas, la thyroïde, les parathyroïdes, la pituitaire et l'hypophyse, sécrètent des hormones protéiques, alors que d'autres, telles que les surrénales et les gonades<sup>(1)</sup>, sécrètent des hormones stéroïdes.

Les hormones ont un effet crucial sur la morphologie, le métabolisme, la circulation sanguine, le système reproducteur et le système nerveux (qui, à son tour, agit sur la sécrétion hormonale)<sup>(2)</sup>. Par exemple, l'œstrogène, la progestérone, l'estradiol et la testostérone sont des hormones sexuelles qui causent des modifications périodiques ou permanentes du système reproducteur. Les hormones contribuent ainsi au maintien de l'équilibre physiologique de l'individu.

---

(1) Les testicules et les ovaires.

(2) *Petit Larousse de la médecine*, tome 1, 1976.

## **B. Les modulateurs endocriniens et la perturbation du système endocrinien**

Lorsque la sécrétion hormonale est perturbée, il y a déséquilibre physiologique. L'obésité, le diabète et la décalcification des os comptent parmi les conséquences d'une telle perturbation. Certaines substances naturelles ou artificielles peuvent provoquer ce déséquilibre; c'est la raison pour laquelle on leur donne le nom de *modulateurs endocriniens*. Ces modulateurs appartiennent à l'une ou l'autre des trois catégories suivantes :

- **Les modulateurs mimétiques** – Parce qu'ils provoquent les mêmes réactions chimiques que les hormones naturelles, ces modulateurs sont perçus par l'organisme comme s'ils étaient des hormones.
- **Les modulateurs paralysants** – Ces modulateurs, en bloquant les récepteurs hormonaux des cellules, empêchent les hormones naturelles d'exercer leur effet sur ces cellules.
- **Les modulateurs de déclenchement** – Ces modulateurs provoquent des réactions inhabituelles et anormales dans les cellules<sup>(3)</sup>.

Un exemple serait le développement d'un enfant depuis le stade embryonnaire jusqu'à la naissance. La totalité de ce développement s'effectue sous le contrôle de messagers chimiques spécifiques qui sont programmés pour être émis d'un point de l'organisme et acceptés à un autre point, à une concentration précise et à un moment donné. En interférant avec ces messagers ou leur concentration, un produit chimique peut provoquer des dommages irréversibles à l'une ou l'autre des étapes. Il peut en résulter un développement et un fonctionnement modifiés du système reproducteur, qui sont susceptibles d'entraîner plusieurs problèmes, notamment des malformations des organes reproducteurs.

Les effets des modulateurs endocriniens ne se limitent toutefois pas aux hormones sexuelles (femelles ou mâles), mais s'étendent aux autres glandes endocrines qui influent sur la croissance, le développement, la reproduction<sup>(4)</sup>.

---

(3) The Endocrine Disrupter Resource Center, Institute for Agriculture and Trade Policy (<http://www.iatp.org/edrc/About.cfm>).

(4) Environnement Canada, *Substances perturbatrices des systèmes endocriniens présentes dans l'environnement*, 2000.

## LES SUBSTANCES QUI PEUVENT JOUER LE RÔLE DE MODULATEURS ENDOCRINIENS

### A. La pollution, source de modulateurs endocriniens

Il ne fait aucun doute pour les scientifiques qu'un large éventail de substances interfèrent avec les messagers chimiques naturels des animaux<sup>(5)</sup>. Ces substances sont présentes partout dans l'environnement et, même si on ne connaît pas encore l'ampleur de leur effet sur le système endocrinien humain, l'organisme humain est tout de même soumis à un contact presque constant avec elles. Cela tient notamment au fait que bon nombre de ces substances sont facilement transportées par le vent sous forme de particules ou de gouttelettes, parfois jusqu'à des milliers de kilomètres de leur origine. La pluie les dépose ensuite sur le sol ou dans les cours d'eau, où elles s'accumulent et se transforment. Elles sont ensuite absorbées par la végétation et apparaissent ainsi dans la chaîne alimentaire, où elles se concentrent dans les graisses animales. Selon une étude effectuée sur des nouveau-nés inuits du Nunavik et de la terre de Baffin, les bébés de cette région seraient davantage exposés à certains produits (dont les BPC) que ceux qui naissent dans le Sud du pays<sup>(6)</sup>. L'exposition à de tels polluants dépend principalement du régime alimentaire, mais aussi de différences socio-démographiques.

Environnement Canada a établi que plusieurs des substances présentes dans l'environnement possèdent des caractéristiques de modulateurs endocriniens (voir le tableau 1). Par exemple, la présence de déchets industriels, agricoles et municipaux dans l'environnement risque d'exposer les organismes à des doses anormalement élevées de substances naturelles telles que les hormones sexuelles ou les phyto-œstrogènes (substances dérivées des plantes). Les produits chimiques de synthèse tels que les pesticides, les sous-produits de procédés industriels (dioxines, furanes) et les déchets industriels (BPC) peuvent aussi entraver le fonctionnement normal du système endocrinien.

Le Endocrine Disrupter Resource Center américain (Centre de ressources sur les modulateurs endocriniens) a recensé une cinquantaine de ces substances (voir l'annexe 1). Selon cette organisation, des concentrations infimes (parties/billion) de ces produits présentes dans un organisme suffiraient à affecter son système endocrinien. La moitié des substances mentionnées

---

(5) *Ibid.*

(6) Gina Muckle, Éric Dewailly et Pierre Ayotte, « L'exposition prénatale des enfants canadiens aux biphényles polychlorés et au mercure », *Revue canadienne de santé publique*, vol. 89, suppl. 1, mai/juin 1998, p. 22-26.

dans la liste du Centre font partie du groupe des organochlorés, dont une description est donnée plus loin.

**TABLEAU 1 : SOURCES, CATÉGORIES ET EXEMPLES DE SUBSTANCES DONT ON A MENTIONNÉ QU'ELLES POUVAIENT PERTURBER LE SYSTÈME ENDOCRINIEN**

<b>Exemples de sources</b>	<b>Catégories (Exemples d'utilisation)</b>	<b>Exemples de substances</b>
Incinération et mise en décharge	Composés polychlorés (résultant de la production industrielle ou sous-produits de la plupart des substances interdites)	Dioxines polychlorées, biphényles polychlorés (BPC)
Ruissellement agricole et transport atmosphérique	Pesticides organochlorés (retrouvés dans les insecticides et dont bon nombre sont maintenant éliminés)	DDT, dieldrine, lindane
Ruissellement agricole	Pesticides actuellement utilisés	Triazine, trifluraline, perméthrine
Ports	Organo-étains retrouvés dans les agents antisalissures utilisés pour peindre la coque des bateaux)	Tributyl-étain
Effluents industriels et municipaux	Alkylphénols (surfactants – certains types de détergents utilisés pour enlever l'huile et leurs métabolites)	Nonylphénol
Effluents industriels	Phtalates (retrouvés dans les agents plastifiants)	Phtalate de dibutyle, Phtalate de benzyle et de butyle
Effluents municipaux et ruissellement agricole	Hormones naturelles (produites par les animaux) Stéroïdes synthétiques (retrouvés dans les contraceptifs)	Testostérone, 17 $\beta$ -estradiol, estrone, éthinyl estradiol
Effluents des fabriques de papier	Phyto-œstrogènes (retrouvés dans les plantes)	Isoflavones, lignans, coumestans

Source : Environnement Canada, *Substances perturbatrices des systèmes endocriniens présentes dans l'environnement*, 2000.

Certains scientifiques soupçonnent que de simples produits utilisés dans la vie de tous les jours peuvent aussi perturber le système hormonal. Ils mentionnent, entre autres, des produits nettoyants, des produits de beauté et des composés résultant de la dégradation du plastique.

Par ailleurs, des histoires étonnantes sont relatées dans des reportages et des articles de journaux, qui font un rapprochement entre des substances chimiques et des maladies liées au dérèglement du système normal telles que le cancer du sein et le lymphome non Hodgkinien. Les auteurs soulèvent notamment la possibilité que les plastiques, tout comme les



carburants et certains médicaments ou pesticides, puissent exciter la sécrétion hormonale de façon excessive et, par conséquent, stimuler le développement du cancer de la glande en cause ou de l'organe sur lequel elle agit. Ces reportages sont surtout symptomatiques de l'inquiétude grandissante qu'éprouve la population au sujet des effets de la pollution sur la santé.

## **B. Les polluants organiques persistants**

Jusqu'à récemment, la plupart des travaux de recherche sur les perturbateurs du système endocrinien ont porté sur des substances persistantes, bioaccumulatives et toxiques, notamment plusieurs de celles qui sont mentionnées au tableau 1 (dioxines, BPC, pesticides organochlorés, etc.). Ces substances chimiques – les *polluants organiques persistants* (POP) – apparaissent dans l'environnement par suite d'activités anthropiques et il est probable que leur liste continuera de s'allonger.

Les POP partagent trois grandes caractéristiques : ils sont persistants, liposolubles et semi-volatils. Premièrement, ils sont dits *persistants* parce qu'ils résistent à la dégradation dans des conditions environnementales normales.

Les POP sont également *liposolubles* et très faiblement hydrosolubles, ce qui signifie que l'organisme ne parvient pas à les excréter, d'où leur accumulation dans les tissus. Le phénomène d'accumulation d'un contaminant dans le temps à l'intérieur d'un même organisme s'appelle *bioaccumulation*. L'organisme qui se nourrit de plantes ou d'animaux déjà contaminés peut accumuler une forte concentration de contaminants, et cette concentration augmente à chaque niveau de la chaîne alimentaire. Cette augmentation de la concentration des POP le long de la chaîne alimentaire est connue sous le nom de *bioamplification*<sup>(7)</sup>.

Enfin, les POP sont *semi-volatils*, c'est-à-dire qu'ils passent facilement de l'état solide à l'état gazeux à température élevée et redeviennent solides au contact du froid. Utilisés dans les régions du Sud, ces produits s'évaporent en partie, sont transportés par les vents, se condensent ensuite au contact de l'air froid arctique et se déposent sur le sol. Lorsque les polluants atteignent le Nord (tout le territoire situé au nord du 60° parallèle, c'est-à-dire les régions subarctique et arctique), ils ont tendance à s'accumuler puisque les basses températures

---

(7) *Présentation concernant les résidus des pesticides dans l'Arctique canadien et le Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord*, Comité permanent de l'environnement et du développement durable de la Chambre des communes, 9 décembre 1999.

ne favorisent pas l'évaporation. Les POP peuvent répéter ce cycle plusieurs fois et sur de longues distances, ce qui a donné à ce phénomène le nom d'« effet sauterelle ».

À cause de ce transport sur de longues distances, combiné à leurs caractéristiques physiques et chimiques particulières, les POP touchent particulièrement les régions arctiques<sup>(8)</sup>. Selon la littérature, 80 p. 100 des polluants retrouvés dans l'Arctique proviendraient de pays autres que le Canada<sup>(9)</sup>.

L'usage de la plupart des POP est interdit ou restreint au Canada. Toutefois, ces substances sont fabriquées, utilisées ou rejetées dans l'environnement dans plusieurs autres pays, et le fait qu'elles voyagent facilement par voie aérienne expose la population canadienne – et, de la même manière, celle de nombreux autres pays – à leurs effets. C'est pourquoi elles font l'objet de mesures internationales, auxquelles le Canada est partie. Ces mesures visent actuellement les 16 POP suivants, dont la plupart sont des *organochlorés* – des substances organiques qui contiennent des atomes de chlore. Onze d'entre eux sont des pesticides.

- **Pesticides** : chlordane, DDT, aldrine, dieldrine, endrine, heptachlore, hexachlorobenzène, mirex, chlordécone, lindane, toxaphène.
- **Produits chimiques industriels** : BPC, hexabromobiphényle.
- **Contaminants** : dioxines, furanes, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).

### C. Les métaux lourds

Le Canada a intégré trois métaux lourds – le cadmium, le plomb et le mercure (voir l'annexe 2) – dans ses programmes de recherche sur les effets des substances toxiques sur la santé et, plus particulièrement, sur le système endocrinien. Les trois métaux sont présumés perturber le fonctionnement des hormones et sont au nombre des substances étudiées dans le cadre du Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord parrainé par le ministère des Affaires indiennes et du Nord canadien (voir l'annexe 3).

Les trois métaux apparaissent dans l'environnement à l'issue de différents processus naturels. Toutefois, depuis le début de l'ère industrielle, diverses activités d'origine

---

(8) J. Jean, K. Adare et R. Shearer, *Rapport de l'évaluation des contaminants dans l'Arctique canadien*, Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord, Affaires indiennes et du Nord, 1997; Ébauche du rapport de la conférence *ÉcoSommet* 1999.

(9) Mémoire soumis par la Conférence circumpolaire inuit Tapiraast du Canada au Comité permanent de l'environnement et du développement durable de la Chambre des communes, 9 décembre 1999.

anthropique ont contribué à accroître leur présence dans les écosystèmes naturels et, par bioaccumulation et bioamplification, dans la chaîne alimentaire.

#### **D. Les organochlorés**

Les produits organochlorés sont des produits chimiques contenant du carbone et du chlore. Ils sont utilisés à de multiples fins, soit en tant que pesticides, réfrigérants ou autres produits industriels. Certains organochlorés, tels que les dioxines et les furanes, sont des sous-produits de divers procédés industriels qui sont libérés dans l'environnement, et on croit que plusieurs sont des modulateurs endocriniens (tableau 1). Nombre d'entre eux sont des POP aujourd'hui interdits au Canada, mais dont on retrouve encore des traces dans l'environnement. Ils peuvent même atteindre des concentrations élevées dans les tissus des prédateurs situés au haut de la chaîne alimentaire.

Au Canada, le Cormoran à aigrettes, un prédateur qui se nourrit de poissons, sert d'indicateur national du niveau des organochlorés rémanents, car il est largement réparti dans le Sud du pays et, plus particulièrement, dans les régions d'intense activité humaine<sup>(10)</sup>.

#### **E. Les pesticides**

Les premiers pesticides<sup>(11)</sup>, qui ont fait leur apparition dans les années 40, étaient composés en majorité d'ingrédients organochlorés. Ils ont servi de façon intensive – tant en agriculture qu'en aménagement forestier, ainsi que pour la protection des bâtiments de bois et celle de la santé – afin de lutter contre une diversité d'insectes. Il n'est donc pas étonnant, vu leurs caractéristiques, d'apprendre que des traces de pesticides organochlorés persistent encore dans l'environnement, même si plusieurs autres groupes chimiques les ont remplacés, du moins

---

(10) Environnement Canada, « Les organochlorés rémanents », *S et E Bulletin*, janvier 1998, site internet d'Environnement Canada (<http://www.ec.gc.ca>).

(11) Un pesticide est tout produit destiné à limiter, à détruire, à attirer ou à repousser les ravageurs, qui est utilisé, vendu ou importé au Canada. Les pesticides comprennent des substances chimiques, des dispositifs et même des organismes. Les herbicides, les insecticides et les fongicides, ainsi que des produits tels que des algicides, des répulsifs d'animaux et d'insectes, des produits nettoyants et antimicrobiens, des produits de préservation des matériaux et du bois et des dispositifs de lutte contre les insectes et les rongeurs, sont tous des produits de lutte antiparasitaire. Cette définition s'inspire de la définition de *produit antiparasitaire* donnée dans la [Loi sur les produits antiparasitaires](#).

au Canada, où plus de 50 millions de kilogrammes d'herbicides, d'insecticides et de fongicides sont utilisés chaque année<sup>(12)</sup>.

## **F. Autres substances**

Après avoir concentré leur attention presque exclusivement sur les substances persistantes, bioaccumulatives et toxiques, les scientifiques s'intéressent aujourd'hui à des substances qui, si elles persistent moins longtemps dans l'environnement, y sont tout de même largement répandues. Elles peuvent influencer sur la croissance, le développement et la reproduction des organismes, même à de faibles concentrations. Il s'agit de substances présentes dans les effluents industriels et municipaux ainsi que dans les eaux de ruissellement agricoles, d'œstrogènes naturels de plantes, de produits chimiques tels que les alkylphénols et le tributyl-étain (tableau 1) et de certains autres composants de pesticides<sup>(13)</sup>.

## **LES EFFETS DES MODULATEURS ENDOCRINIENS : LE POINT DE VUE SCIENTIFIQUE**

### **A. Effets chez les animaux et chez l'humain**

Le Canada a fait figure de précurseur dans le domaine de la recherche sur les modulateurs endocriniens, notamment grâce au Service canadien de la faune, dont les travaux ont mis en lumière des cas de perturbation du système endocrinien chez les animaux<sup>(14)</sup>. La recherche a signalé des effets sur la reproduction et le développement des poissons et des oiseaux (tableau 2); l'observation de déformations chez les embryons de diverses espèces et de la mortalité de tels embryons a permis de confirmer les effets embryotoxiques<sup>(15)</sup> et tératogènes<sup>(16)</sup> de certains polluants. Diverses anomalies ont été constatées : diminution de la taille du pénis et

---

(12) Fonds mondial pour la nature, *Les problèmes générés par les pesticides au Canada*, livret d'information à l'intention des parlementaires, Canada, juin 1999.

(13) Environnement Canada (2000).

(14) Comité permanent de l'environnement et du développement durable de la Chambre des communes, *LES PESTICIDES Un choix judicieux s'impose pour protéger la santé et l'environnement*, mai 2000.

(15) Embryotoxique : Se dit de la capacité d'une substance de nuire à l'embryon.

(16) Tératogène : Se dit de la capacité d'une substance de causer des formes anormales – ou monstrueuses – chez un organisme.

des testicules, diminution du nombre de spermatozoïdes, anomalies lors de la reproduction, féminisation des mâles et masculinisation des femelles.

**TABLEAU 2 : QUELQUES EXEMPLES D'EFFETS SUR LES SYSTÈMES ENDOCRINIENS DES POPULATIONS FAUNIQUES**

- Difformité et mortalité de l'embryon chez les oiseaux et les poissons causées par l'exposition à des pesticides industriels et aux pesticides organochlorés.
- Diminution de la reproduction et du développement chez le poisson exposé aux effluents des fabriques de pâtes et papiers.
- Reproduction anormale chez les escargots exposés aux agents antisalissures appliqués sur la coque des bateaux.
- Diminution du fonctionnement de la glande thyroïde et du système immunitaire chez les oiseaux piscivores.
- Féminisation des poissons à proximité des exutoires des effluents municipaux.

Source : Environnement Canada, *Substances perturbatrices des systèmes endocriniens présentes dans l'environnement*, 2000.

Ces résultats ont ouvert la voie à la communauté scientifique mondiale, qui étudie aujourd'hui la question des composés actifs dans l'environnement en fonction de la population humaine. Depuis trois décennies, un accroissement du nombre de cas de maladies liées à un mauvais fonctionnement du système endocrinien – telles que le dérèglement de la glande thyroïde, l'infertilité, les malformations et le cancer des organes reproducteurs – est observé dans plusieurs pays<sup>(17)</sup>. Au Canada, une augmentation de 2 p. 100 par année (60 p. 100 au cours des 30 dernières années) a été observée en Ontario pour ce qui est du cancer des testicules<sup>(18)</sup>, et les modulateurs endocriniens sont mentionnés tout particulièrement parmi les causes suggérées depuis une trentaine d'années<sup>(19)</sup>. Des études récentes permettent de supposer que ces substances exercent un effet sur l'organisme humain. Par exemple, des femmes qui avaient bu quotidiennement de l'eau du lac Michigan pendant les années 70 auraient été exposées à des substances toxiques persistantes et auraient donné naissance à des bébés ayant subi des effets

(17) The Endocrine Disrupter Resource Center, Institute for Agriculture and Trade Policy (<http://www.iatp.org/edrc>).

(18) *Ibid.*

(19) Briggs, Shirley A. *Basic Guide to Pesticides – Their Characteristics and Hazards*, Rachel Carson Council, 1992.

neurologiques<sup>(20)</sup>. Les enfants qui ont été le plus exposés auraient subi des conséquences irréversibles sur le plan de leur habileté à apprendre et celui de leur comportement. Une autre étude, effectuée à New York en 1990, tire des conclusions semblables au sujet de bébés dont la mère aurait consommé du poisson du lac Ontario pendant sa grossesse, au cours des années 80<sup>(21)</sup>.

De grands débats entourent la recherche sur la population humaine, notamment parce que les scientifiques ne s'entendent pas sur l'ampleur du problème. La consultation d'une liste non exhaustive d'études récentes permet de recenser quatre grandes catégories conclusions en ce qui a trait aux modulateurs endocriniens :

- plusieurs études concluent que des recherches plus approfondies sont essentielles pour en arriver à une bonne compréhension du phénomène des modulateurs endocriniens;
- certaines études indiquent que la plupart des produits étudiés semblent avoir au moins un impact faible sur les mammifères (y compris l'humain);
- d'autres études donnent à penser que les modulateurs endocriniens toucheraient surtout le fœtus et le développement de l'enfant;
- d'autres études encore suggèrent que l'ampleur des effets peut varier en fonction d'une multitude de facteurs indépendants de l'influence des substances étudiées.

## **B. Effets sur les systèmes reproducteur et endocrinien**

Plusieurs auteurs s'accordent à dire que certains polluants étudiés peuvent affecter le système endocrinien en s'interposant entre les hormones et les récepteurs d'hormones (modulateurs paralysants ou de déclenchement). Benjamin Danzo est l'un de ceux qui soutiennent ce point de vue<sup>(22)</sup>. Ses travaux sur des produits tels que des congénères<sup>(23)</sup> du DDT, le dieldrine, l'atrazine et le pentachlorophénol lui ont permis d'observer que ces substances

---

(20) Gilbertson, Michael, « Linking Water Quality to Wildlife and Human Health », *FOCUS*, Commission mixte internationale, novembre 1998, p. 18-19.

(21) Commission mixte internationale, *FOCUS* (<http://www.ijc.org/focus>).

(22) Benjamin J. Danzo, « Environmental Xenobiotics May Disrupt Normal Endocrine Function by Interfering with the Binding of Physiological Ligands to Steroid Receptors and Binding Proteins », *Environmental Health Perspectives*, vol. 105, n° 3, mars 1997, p. 294-301.

(23) Congénère : Produit appartenant au même groupe chimique et dérivant du même composé initial.

inhibent à différents degrés la formation de liens spécifiques entre les ligands<sup>(24)</sup> et les récepteurs d'hormones et de protéines fixatrices.

Par ailleurs, une étude de 18 produits organochlorés effectuée au Danemark a permis d'établir un lien entre ces substances et le taux de cancer du sein et de démontrer ainsi que certains organochlorés peuvent avoir un faible effet œstrogénique<sup>(25)</sup>. D'autre part, certains polluants chimiques dotés d'une faible capacité à simuler les hormones (modulateurs mimétiques) agiraient davantage en synergie avec d'autres produits. Steven Arnold et divers autres chercheurs ont émis l'hypothèse que les récepteurs d'œstrogène possèdent plus d'un site pour lier les polluants<sup>(26)</sup>. C'est le cas du chlordane, qui n'affecterait pas le système endocrinien à moins de se trouver en présence du dieldrine, dont il augmente le potentiel d'action<sup>(27)</sup>. Il reste que d'autres chercheurs ne sont pas arrivés à démontrer cette synergie dans leurs études<sup>(28)(29)</sup>, ce qui ajoute à la complexité de la question des modulateurs endocriniens et de l'ampleur de leurs effets.

### C. Effets accentués sur le fœtus

L'observation, dans plusieurs pays, d'une diminution du nombre des spermatozoïdes et d'un accroissement de l'incidence des maladies affectant les organes génitaux mâles a suscité des travaux de recherche pour vérifier l'hypothèse selon laquelle l'exposition à des polluants chimiques agissant comme les hormones pourrait en partie se produire dès l'étape fœtale et au cours du développement de l'enfant et que les effets seraient observés à l'âge adulte. Entre autres, une imposante revue de la littérature a signalé des effets de ce genre sur le système

- 
- (24) Ligand : Dans ce cas et en termes non techniques, une molécule qui possède les propriétés voulues pour s'attacher à un récepteur.
- (25) Annette Pernelle *et al.*, « Organochlorine Exposure and Risk of Breast Cancer », *The Lancet* 352(9143), 1998, p. 1816-1820.
- (26) Steven Arnold *et al.*, « *In Vitro* Synergistic Interaction of Alligator and Human Estrogen Receptors with Combinations of Environmental Chemicals », *Environmental Health Perspectives*, vol. 105, suppl. 3, avril 1994, p. 615-618.
- (27) Steven Arnold *et al.*, « Synergistic Activation of Estrogen Receptor with Combinations of Environmental Chemicals », *Science*, vol. 277, 1997, p. 462-463.
- (28) K.F. Arcaro *et al.*, « Lack of Synergy by Mixtures of Weakly Estrogenic Hydroxylated Polychlorinated Biphenyls and Pesticides », *Environmental Health Perspectives*, vol. 106, suppl. 4, août 1998, p. 1041-1046.
- (29) K.F. Ramamoorthy *et al.*, « Estrogenic Activity of a Dieldrin/Toxaphene Mixture in the Mouse Uterus, MCF-7 Human Breast Cancer Cells, and Yeast-Based Estrogen Receptor Assays: No Apparent Synergism », *Endocrinology*, vol. 138, n° 4, avril 1997, p. 1520-1527.

reproducteur de fœtus mâles qui avaient été exposés, de façon fortuite, à des doses d'œstrogènes de synthèse comme le diéthylstilbestrol (une substance utilisée pour traiter l'insuffisance ovarienne et le cancer de la prostate)<sup>(30)</sup>.

La plus grande sensibilité du fœtus et de l'enfant aux substances toxiques environnantes tient à leur croissance rapide ainsi qu'à leur immaturité physiologique et métabolique. En outre, le fait que les enfants absorbent, compte tenu de leur masse corporelle, une plus grande quantité d'air, de nourriture et de liquide que les adultes augmente leur potentiel d'exposition par rapport à celui des adultes<sup>(31)</sup>.

#### **D. Effets indépendants des hormones**

La recherche n'arrive pas toujours à démontrer les effets hormonaux de la pollution sur les organismes vivants. Certains résultats confirment que les polluants chimiques n'auraient qu'une influence mineure sur le système endocrinien, alors que d'autres établissent que ces effets préjudiciables sur la santé pourraient être provoqués par des mécanismes indépendants des récepteurs d'hormones.

W.G. Foster<sup>(32)</sup>, par exemple, s'est demandé s'il y a vraiment lieu de s'inquiéter de ces agents environnementaux perturbateurs, compte tenu des deux hypothèses suivantes : 1) les substances (dans le cas de cette étude, des POP) n'ont qu'un effet mineur sur le système hormonal et 2) ces substances agissent par des mécanismes indépendants du récepteur d'œstrogène. Le déroulement de ses travaux l'a obligé à conclure qu'avant de pouvoir répondre à sa question initiale, il devra éclaircir plusieurs points au moyen d'études supplémentaires. Foster insiste toutefois sur le fait que si l'on se base sur la littérature existante, les effets potentiels des polluants chimiques sur la santé publique devraient sans aucun doute continuer de donner matière à inquiétude.

---

(30) Jorma Toppari *et al.*, « Male Reproductive Health and Environmental Xenostrogens », *Environmental Health Perspectives*, vol. 104, suppl. 4, août 1996, p. 741-803.

(31) Graham W. Chance et Eef Harmsen, « Les enfants sont différents : les contaminants de l'environnement et la santé des enfants », *Revue canadienne de santé publique*, vol. 89, suppl. 1, mai-juin 1998, p. 10-14.

(32) Warren G. Foster, « Agents perturbateurs du système endocrinien et développement de l'appareil reproducteur chez le fœtus et chez l'enfant : y a-t-il lieu de s'inquiéter? », *Revue canadienne de santé publique*, vol. 89, suppl. 1, mai-juin 1998, p. 41-45.



### E. Le besoin de connaissances supplémentaires

Les scientifiques s'entendent sur au moins un point : les données actuelles sur les modulateurs endocriniens sont insuffisantes. Des études supplémentaires sur le système hormonal et les substances toxiques s'imposent pour bien cerner l'ampleur du problème et mettre au point une stratégie de prévention et d'intervention<sup>(33)</sup>. Chaque scientifique y va de sa proposition sur les démarches à entreprendre.

Tracey M. Slayton, entre autres, est d'avis qu'il faut mieux connaître les mécanismes d'action des polluants, la signification biologique des effets observés (effets réversibles ou non), la relation dose-réponse et le potentiel des interactions chimiques (par exemple, l'observation d'un effet synergique ou antagoniste entre œstrogènes et substances toxiques). L'équipe de Crisp met, pour sa part, l'accent sur le déséquilibre des fonctions du système nerveux central et l'intégration pituitaire<sup>(34)</sup> de l'activité hormonale et sexuelle, sur les systèmes de reproduction mâle et femelle, ainsi que sur la fonction thyroïdienne. Selon les résultats qu'elle a obtenus, la capacité des modulateurs endocriniens de provoquer le cancer de la prostate, du sein et des testicules, ainsi que leur influence sur l'endométriose devraient être analysées. Certains soutiennent qu'il faudrait mieux comprendre l'étiologie<sup>(35)</sup> des maladies que l'on attribue à des polluants.

Pour ce qui est de la recherche spécifique sur le fœtus en développement et le nouveau-né, il semble nécessaire d'étudier les stades du développement les plus sensibles à l'exposition aux polluants, la fonction thyroïdienne, y compris les processus dépendant des stéroïdes au-delà des effets dépendant des œstrogènes, et le mélange de produits chimiques dans l'environnement.

---

(33) Danzo (1997); Thomas M. Crisp *et al.*, « Environmental Endocrine Disruption: an Effects Assessment and Analysis », *Environmental Health Perspectives*, vol. 106, suppl. 1, février 1998, p. 11-56; Toppari *et al.* (1990); Tracey M. Slayton, « Persistent Toxins that Bioaccumulate (PTBs) and Endocrine Disrupters », site Internet, 1996; Helen Tryphonas, « Les incidences des BPC et des dioxines sur la santé des enfants : considérations immunologiques », *Revue canadienne de santé publique*, vol. 89, suppl. 1, mai-juin 1998, p. 54-57.

(34) Pituitaire : Lieu de transfert des hormones de l'hypothalamus vers la circulation hypophysaire.

(35) Étiologie : L'étude des causes et des conditions d'apparition de la maladie.

La mise sur pied récente du Endocrine Disrupter Screening Program américain par la Environmental Protection Agency (EPA – Agence de protection de l’environnement)<sup>(36)</sup> permet d’espérer un nouvel influx de données scientifiques, et peut-être de nature plus systématique. Ce programme cible les pesticides et les autres substances chimiques qui ont – ou sont présumées avoir – sur l’être humain un effet similaire à celui des hormones naturelles. Il étudiera, dans un premier temps, les effets de certaines de ces substances sur les trois systèmes hormonaux les mieux connus (œstrogénique, androgénique et thyroïdien), afin de déterminer si ces effets sont ou non semblables à ceux produits par les hormones visées, de décrire ces effets et de les quantifier. Ce travail devrait mener à un classement des substances basé sur leur capacité de simuler les hormones. Par la suite, les études pourraient cibler d’autres systèmes hormonaux.

## MESURES GOUVERNEMENTALES RÉCENTES AU CANADA

### A. Initiatives nationales

Le problème des modulateurs endocriniens est complexe et l’élaboration de solutions nécessite la participation tant des gouvernements que des industries, des universités et du public. Dans le cadre de la nouvelle *Loi canadienne sur la protection de l’environnement*, le gouvernement canadien a donc mis sur pied un fonds d’investissement de la recherche, dont un volet traite spécifiquement des modulateurs endocriniens. Il s’agit de l’Initiative de recherche sur les substances toxiques (IRST), qui subventionne la recherche dans des domaines précis de l’environnement et de la santé, y compris les substances toxiques qui perturbent le système hormonal<sup>(37)</sup>. L’IRST est supervisée par un Comité de gestion scientifique composé de scientifiques des milieux gouvernementaux et non gouvernementaux spécialisés dans le domaine des substances toxiques. L’Initiative est le résultat d’un partenariat entre les ministères de la Santé, de l’Environnement, des Pêches et Océans, des Ressources naturelles, des Affaires indiennes et du Nord et de l’Agriculture et Agroalimentaire.

---

(36) Environmental Protection Agency, «Endocrine Disrupter Screening Program – Notice», (<http://www.epa.gov/opptint/opptendo>), 11 août 1998.

(37) Environnement Canada, «Des ministres fédéraux annoncent des crédits de 40 millions pour la recherche sur la santé et l’environnement au Canada », communiqué, 7 décembre 1998.

Environnement Canada incorpore la recherche sur les modulateurs endocriniens dans ses multiples projets régionaux sur les écosystèmes, ce qui lui permet d'accroître la somme des connaissances sur les effets des modulateurs endocriniens présents dans l'environnement. Le ministère élabore notamment des protocoles d'évaluation environnementale, utilisés sur le terrain et en laboratoire. En outre, il développe son leadership à l'échelle nationale en mettant des outils d'information à la disposition des scientifiques, des décideurs et de la population, y compris un site Internet et une fiche d'information récemment créés au sujet des modulateurs endocriniens.

De nombreuses autres mesures ont été prises par le Canada (voir l'annexe 3) et, si elles ne s'appliquent pas directement aux modulateurs endocriniens, elles permettent tout de même d'acquérir des connaissances sur des substances toxiques qui pourraient éventuellement être ciblées.

## **B. Initiatives internationales**

Le gouvernement canadien travaille de concert avec des organisations internationales afin d'examiner le dossier des modulateurs endocriniens, qui fait partie de la liste des grands problèmes mondiaux. Il travaille notamment avec l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), les Nations Unies et la Commission de coopération environnementale de l'Accord de libre échange nord-américain (ALENA). Environnement Canada participera, entre autres, aux activités internationales reliées à l'harmonisation mondiale des méthodes d'évaluation pour lutter contre les substances perturbatrices du système endocrinien.

Le tableau 3 résume les accords internationaux que le Canada a ratifiés ou qu'il est en voie de ratifier pour solutionner le problème mondial que constituent les POP. Un de ces accords, élaboré sous les auspices du PNUE, doit être prêt cette année (2000). Il s'agit d'un instrument juridiquement contraignant pour ce qui est de l'application de mesures internationales concernant certains polluants organiques et il a pour objet de réduire les émissions et les rejets de substances telles que le DDT, les toxaphènes et les BPC qui s'accumulent dans l'environnement et plus particulièrement dans l'Arctique. C'est en juin 1998 que les délégués de 92 pays à la Première session du comité intergouvernemental de négociation avaient énoncé les principes qui devaient présider à son élaboration.

**TABLEAU 3 : MESURES PRISES PAR LE CANADA AUX NIVEAUX NATIONAL ET INTERNATIONAL À L'ÉGARD DES SUBSTANCES TOXIQUES**

Substances	Traité CEE-ONU sur les POP	Traité CEE-ONU sur les métaux lourds	PGST (Voie 1)	Traité PNUE sur les POP	CCE- ALENA
Chlordane	x		x	x	x
DDT	x		x	x	x
BPC	x		x	x	x
Aldrine	x		x	x	
Dieldrine	x		x	x	
Endrine	x		x	x	
Heptachlore	x		x	x	
Hexachlorobenzène	x		x		(x)
Mirex	x		x	x	
Dioxines	x		x	x	(x)
Furanes	x		x	x	(x)
Toxaphène	x		x	x	
Chlordécone	x				
Hexabromobiphényle	x				
HAP	x				
Lindane	x				
Mercure		x			x
Cadmium		x			
Plomb		x			

Source : La Voie verte, site Internet d'Environnement Canada, octobre 1998.

(x)	Information provenant de Marcos Silva, Session du Conseil de la CCE tenue à Banff, Conseil de coopération de l'environnement, courriel, 28 juin 1999
CCE-ALENA	Commission de Coopération environnementale de l'Accord de libre échange nord-américain
CEE-ONU	Commission économique des Nations Unies pour l'Europe
PGST	Politique de gestion des substances toxiques (Ces substances doivent être éliminées (quasi-élimination) selon la Politique.)
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement

Le Canada ainsi que 43 pays d'Europe et d'Amérique du Nord ont aussi signé deux protocoles sur les polluants organiques persistants dans le cadre d'une convention de la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe. Le premier – *Le nouveau Protocole à la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relatif aux polluants organiques persistants* – vise 16 POP ainsi que des contaminants et produits dérivés

tels que les dioxines et les furanes. Le second – *Le nouveau Protocole à la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relatif aux métaux lourds* – vise les trois métaux lourds mentionnés plus tôt, soit le cadmium, le plomb et le mercure. Le Canada a ratifié ces ententes le 22 décembre 1998<sup>(38)</sup>.

## CONCLUSION

Les substances toxiques soupçonnées d'avoir des effets sur le système hormonal sont, pour la plupart, apparues sur le marché après la Deuxième Guerre mondiale et, dans bon nombre de cas, il s'agit de pesticides du groupe des organochlorés. Les données disponibles à ce jour ne permettent cependant pas d'établir avec certitude les effets sur l'humain, bien que la recherche ait prouvé que ces substances agissent sur le système endocrinien des espèces fauniques. En effet, des centaines de substances doivent toujours être analysées, les conclusions accumulées jusqu'à aujourd'hui ne valant que pour les produits déjà évalués de façon spécifique.

D'autre part, alors que certains scientifiques se montrent très inquiets au sujet de ces substances, d'autres sont plus prudents. Certaines études, par exemple, révèlent en effet que des facteurs indépendants des modulateurs endocriniens – tels que des changements dans le régime alimentaire et les habitudes pendant la grossesse – pourraient avoir provoqué une augmentation du taux de cancer.

Il n'en demeure pas moins que la plupart des chercheurs s'entendent sur un point, à savoir qu'il faut effectuer davantage d'études pour disposer de plus de résultats sur les effets des modulateurs endocriniens. Les connaissances ainsi acquises permettront d'élaborer, entre autres, des politiques et des normes éclairées pour l'évaluation et l'utilisation des produits chimiques.

---

(38) Environnement Canada, « Le Canada est le premier État à ratifier des ententes internationales en vue de diminuer la pollution atmosphérique toxique », communiqué de presse, 22 décembre 1998.

Le Canada participe déjà à bon nombre d'initiatives nationales et internationales en vue de combattre l'effet de ces substances sur la santé et l'environnement. Il pourrait prendre d'autres mesures, notamment l'examen de l'actuelle *Loi sur les produits antiparasitaires*, qui n'a pas été renouvelée depuis plus de 30 ans. De plus, le gouvernement canadien pourrait investir davantage et de façon permanente dans la recherche de pointe sur l'effet des modulateurs endocriniens sur le système hormonal humain.

## **ANNEXES**

## ANNEXE 1

### LISTE DES MODULATEURS ENDOCRINIENS CONNUS OU PRÉSUMÉS

#### A. Polluants largement répandus qui auraient des effets perturbateurs sur les systèmes reproducteur et endocrinien

##### Composés organohalogénés persistants

Dioxines et furanes	Octachlorostyrène
PCB	Hexachlorobenzène
PBB	Pentachlorophénol

##### Pesticides

2,4,5-T	DBCP	h-Époxyde	Nitrofène
2,4-D	DDT	Kelthane	Oxychlorodane
Alachlore	Métabolites du DDT	Képone	Pperméthrine
Aldicarbe	Dicofol	Malathion	Pyréthroïdes de synthèse
Amitrole	Dieldrine	Mancozèbe	Toxaphène
Atrazine	Endosulfan	Manèbe	Transnonachlore
Bénomyl	Esfenvalérate	Méthomyl	Oxyde de tributylétain
Bêta-HCH	Éthylparathion	Méthoxychlore	Trifluraline
Carbaryl	Fenvalérate	Métirame	Vinclozoline
Chlordane	Lindane	Métribuzine	Zinèbe
Cyperméthrine	Heptachlore	Mirex	Zirame

##### Phénols (du pentaphénol aux nonylphénols)

##### Bisphénol A

##### Phtalates

Phtalate de diéthylhexyle (DEHP)	Phtalate de dihexyle (DHP)
Phtalate du butyle et de benzyle (BBP)	Phtalate dedipropyle (DRrP)
Phtalate de di-n-butyle (DBP)	Phtalate de dicyclohexyle
Phtalate de di-n-pentyle(DPP)	Phtalate de diéthyle (DEP)

##### Dimères et trimères de styrène

##### Benzo(a)pyrène

##### Métaux lourds

Cadmium

Plomb

Mercure



**B. Polluants largement répandus qui se lieraient aux récepteurs hormonaux  
et auraient des effets perturbateurs sur les systèmes reproducteur et endocrinien**

**2,4-Dichlorophénol**  
**Adipate de diéthylhexyle**  
**Benzophénone**  
**n-Butylbenzène**  
**4-Nitrotoluène**

Sources : Cette liste de substances qui auraient, estime-t-on, des effets perturbateurs sur les systèmes reproducteur et endocrinien, a été établie par le Endocrine Disrupter Resource Center à partir de diverses sources, dont les suivantes :

Colborn, T. C. Clement, *Chemically Induced Alterations in Sexual and Functional Development: The Wildlife/Human Connection*, Princeton (N.J.), Princeton Scientific Publishing, 1992.

Colborn, T., F. vom Saal et A.M. Soto, « Developmental Effects of Endocrine-Disrupting Chemicals in Wildlife and Humans », *Environmental Health Perspectives*, vol. 101, n° 5, 1995.

Lyons, G., *Phthalates in the Environment*, Fonds mondial pour la nature (R.-U.), 1995.

Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, *Effects of Trace Organics on Fish*, Phase II, Foundation for Water Research (R.-U.), 1995.

Note : Toutes les substances dont on a établi à ce jour qu'elles sont des perturbateurs hormonaux sont maintenant largement répandues dans l'environnement. Certaines sont des constituants courants de produits de consommation, et bon nombre d'entre elles sont présentes dans les tissus humains.

## ANNEXE 2

### DESCRIPTION DES MÉTAUX LOURDS ÉTUDIÉS PAR LE PROGRAMME DE LUTTE CONTRE LES CONTAMINANTS DANS LE NORD

**Le cadmium :** Le cadmium est un métal blanc, ductile et malléable, appartenant au même groupe que le mercure. Il est utilisé dans des alliages pour protéger d'autres métaux. Outre l'usage qu'on en fait dans l'industrie métallurgique, on retrouve ce métal surtout dans les piles au nickel-cadmium. Malgré l'apport des secteurs du transport, de l'élimination des déchets et de l'épandage des boues d'épuration, ce sont toutefois la fonte et le raffinage des métaux qui constituent les principales sources de cadmium dans la nature au Canada (82 p. 100 ou 130 t/année), la majeure partie (92 p. 100) se retrouvant dans l'atmosphère<sup>(39)</sup>. Même si le cadmium ne se dégrade pas dans l'environnement, des processus chimiques et physiques modifient sa mobilité, sa biodisponibilité et son temps de séjour, ce qui le rend plus ou moins dangereux pour les mammifères et les humains. On a par exemple observé que le métal s'accumule dans les organes (bioaccumulation) des mammifères marins. Selon les experts d'Environnement Canada et de Santé Canada, l'information existante permet d'affirmer que, dans certains cas, l'accumulation du cadmium dans l'environnement peut avoir des effets nocifs sur la santé humaine. Ainsi, on a observé une augmentation de la mortalité attribuable au cancer du poumon chez des travailleurs qui sont en contact à la fois avec le cadmium et l'arsenic. Le cadmium est également associé à des effets sur le système rénal.

**Le mercure :** L'industrie du chlore et de la soude caustique, l'incinération des déchets, la combustion du charbon et la métallurgie constituent les principales sources anthropiques de mercure, un métal blanc liquide à température ambiante. La forme méthylée du mercure s'accumule dans l'environnement (bioamplification) et sa présence dans l'atmosphère sous forme élémentaire gazeuse augmente au rythme d'environ 1 p. 100 par année à l'échelle mondiale<sup>(40)</sup>. Le mercure s'accumule aussi dans les sédiments lacustres. On l'associe

---

(39) Environnement Canada et Santé Canada, *Le cadmium et ses composés*, 1994.

(40) Jensen *et al.* (1997).

spécialement à des déficiences sensorielles ou neurologiques. Les amalgames dentaires ont fait les manchettes lorsqu'on s'est rendu compte que le mercure qu'ils contiennent pouvait influencer sur la santé. Toutefois, Santé Canada a indiqué que rien ne permet actuellement de prouver que ces amalgames nuisent à la santé de la population en général. Il existe tout de même une faible proportion de la population pour laquelle le contact avec l'amalgame peut entraîner des problèmes de santé et ce, même à faible dose<sup>(41)</sup>. De plus amples études sont nécessaires afin de bien établir le bilan du mercure et de ses effets réels.

**Le plomb :** Le plomb est un métal très malléable gris bleuâtre, qui était présent principalement dans l'essence jusqu'à l'adoption, en 1975, de mesures relatives aux additifs au plomb. Aujourd'hui, étant donné l'abandon de l'essence au plomb et de l'utilisation du métal dans la fabrication des boîtes de conserve, ce sont les émissions industrielles (fonderies, raffineries), les soudures de plomberie, les projectiles de chasse, ainsi que certains jouets, produits domestiques et contenants d'aliments qui constituent les principales sources du polluant. L'exposition au plomb est d'ailleurs principalement (80 à 90 p. 100) attribuable aux aliments<sup>(42)</sup>. Parce que les enfants absorbent plus d'aliments que les adultes par rapport à leur masse corporelle, ils ont les plus fortes concentrations de plomb dans le sang. Chez les adultes, les hommes ont des concentrations plus élevées que les femmes, en raison de leur taux d'hémoglobine légèrement supérieur. Un empoisonnement au plomb peut provoquer des effets nocifs associés aux systèmes hématologiques, gastro-intestinaux et neurologiques. La faune – notamment la sauvagine et ses prédateurs – est particulièrement affectée par les grenailles au plomb utilisées par les chasseurs. On estime à 250 000 le nombre d'oiseaux aquatiques qui meurent chaque année d'empoisonnement par le plomb. Pour combattre ce problème, le Canada autorise maintenant l'usage de grenailles non toxiques<sup>(43)</sup>.

---

(41) Santé Canada, *Énoncé de principes de Santé Canada concernant les amalgames dentaires*, site Internet de Santé Canada, 30 juin 1999.

(42) Jensen *et al.* (1997).

(43) Environnement Canada, *Plomb de chasse*, fiche d'information, site Internet La Voie verte, 5 février 1999.



## ANNEXE 3

### MESURES GOUVERNEMENTALES

#### **Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord (PLCN)**

Le PLCN, dont la première phase s'est terminée en 1997, vise à évaluer les risques de contamination par diverses substances associés aux aliments traditionnels consommés par les peuples autochtones de la région de l'Arctique. Il est financé par le Conseil du Trésor et par quatre ministères qui participent aussi à sa gestion à différents degrés. Par exemple, Santé Canada donne des conseils sur les risques présentés par certains POP et finance la recherche pour l'analyse des problèmes potentiels qui leur sont associés. Trois métaux lourds ont été ajoutés à la liste des substances étudiées (voir l'annexe 2).

#### **La Politique de gestion de substances toxiques (PGST)**

La Politique de gestion des substances toxiques a été adoptée en 1995 afin de fournir un cadre scientifique permettant de gérer les substances toxiques présentes dans l'environnement. Une grille d'évaluation à deux volets ou « voies » (selon la Politique) permet de classer une substance selon qu'elle est :

- une « substance de la voie 1 » – c'est-à-dire qui est bioaccumulable, persistante et issue d'une activité humaine et doit donc être éliminée de l'environnement (« quasi-élimination ») en vertu de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (p. ex. le chlordane, qui figure au tableau 3, est une substance de la voie 1);
- une « substance de la voie 2 » – c'est-à-dire une autre substance toxique ou préoccupante qui doit être gérée pendant tout son cycle de vie, afin de prévenir ou de réduire le plus possible les risques de son rejet dans l'environnement.

## **Les nouvelles dispositions de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (LCPE)***

Aux termes de la nouvelle LCPE adoptée le 14 septembre 1999, toutes les substances actuellement utilisées au Canada seront analysées et leur toxicité sera établie. De plus, la LCPE fixera des échéanciers pour la prise de mesures à l'égard des substances toxiques et exigera également l'élimination presque totale des substances les plus dangereuses. Ces mesures impliquent, entre autres, l'évaluation de 23 000 substances – actuelles et futures – ainsi que la gestion et le contrôle des substances toxiques et le suivi des progrès accomplis<sup>(44)</sup>.

Pour expliquer la portée de la LCPE, citons le cas des dioxines (dibenzoparadioxines polychlorées) et des furanes (dibenzofuranes polychlorées), qui ont été déclarées toxiques en 1990 au sens de l'ancienne LCPE, par suite d'une évaluation effectuée par les ministères de l'Environnement et de la Santé. Ces sous-produits de procédés industriels ont par la suite été ajoutés à la liste des substances toxiques de la LCPE. Cette procédure a mené à l'adoption de différents règlements, dont le *Règlement sur les effluents des fabriques de pâtes et papiers* (en 1992). Depuis, la quantité de dioxines et de furanes rejetée dans l'environnement a diminué de 98 p. 100.

## **L'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA)**

L'ARLA a été créée en 1995 afin d'appliquer la *Loi sur les produits antiparasitaires* (LPA). En vertu de cette loi, tous les produits importés, fabriqués, vendus ou utilisés au Canada doivent être homologués au niveau fédéral. Un produit antiparasitaire ne peut être homologué que si les risques pour la santé humaine et pour l'environnement sont acceptables et si le produit est utile pour la lutte antiparasitaire. La LPA fournit aussi le cadre réglementaire pour les producteurs aquacoles, à moins qu'un produit parasiticide soit considéré comme un médicament et tombe alors sous le coup de la *Loi sur les aliments et drogues*<sup>(45)</sup>.

---

(44) Environnement Canada, « De nouveaux fonds pour mettre en œuvre la nouvelle Loi canadienne sur la protection de l'environnement », communiqué, La Voie verte, 4 septembre 1999.

(45) Santé Canada, *Loi sur les aliments et drogues*, mars 1999.

## **Autres mesures concernant les métaux lourds et les substances chlorées**

Le *Plan d'action régional nord-américain relatif au mercure*, amorcé par le Comité de coopération environnementale de l'ALENA, en est à sa deuxième phase. Il vise à éliminer progressivement ou à interdire certaines utilisations du mercure si elles présentent des risques inacceptables ou incontrôlables de rejet dans l'environnement ou des risques pour la santé.

Le *Code canadien de la plomberie* interdit l'utilisation de la soudure au plomb dans les nouveaux systèmes de plomberie et pour la réparation d'installations servant à l'approvisionnement en eau potable<sup>(46)</sup>. De plus, le Canada a adhéré en 1996 à la *Déclaration ministérielle de l'Organisation de coopération et de développement économiques sur la réduction des risques liés au plomb*. Par conséquent, il partage maintenant ses compétences en matière de surveillance de l'exposition au plomb avec d'autres pays. La *Déclaration* appuie l'abandon de l'essence au plomb, ainsi que l'élimination de l'exposition au plomb attribuable aux produits destinés aux enfants et aux récipients pour aliments. Elle comprend un plan d'action volontaire destiné aux industries productrices de plomb qui incite ainsi les producteurs à réduire l'exposition au plomb ainsi qu'à créer des programmes de réduction de risques<sup>(47)</sup>.

Le *Plan d'action sur les substances chlorées* des ministères canadiens de l'Environnement et de la Santé présente l'approche adoptée par le Canada à l'égard des substances chlorées<sup>(48)</sup>. Il comporte cinq volets correspondant à des objectifs précis : cibler les utilisations et les produits critiques par le truchement d'outils législatifs ou volontaires; améliorer les connaissances scientifiques; étudier les effets sur la santé et sur les aspects socio-économiques; offrir une meilleure information aux Canadiens; et promouvoir et diriger des actions internationales.

---

(46) Santé Canada, *Votre santé et vous – Le plomb et la santé humaine*, site Internet de Santé Canada, 28 juin 1996.

(47) Environnement Canada, *Le Canada appuie les décisions de l'OCDE de réduire l'exposition au plomb et d'écologiser les pratiques gouvernementales*, site Internet de la Voie verte, 5 février 1999.

(48) Environnement Canada et Santé Canada, *Plan d'action sur les substances chlorées*, rapport d'étape, site Internet d'Environnement Canada, octobre 1996.