

**Protéger les enfants
contre les contaminants
environnementaux**

À propos de l'Institut canadien de la santé infantile

L'Institut canadien de la santé infantile fait la promotion de la santé et du bien-être des enfants au Canada. Nous faisons notre travail par le biais de la formation d'alliances et de coalitions, de la recherche et de la compilation de statistiques, par la création et la publication de ressources sur la promotion de la santé et la prévention des blessures et des maladies. Nous travaillons avec des groupes provenant de partout au pays, et de diverses disciplines incluant le secteur gouvernemental, corporatif, la communauté médicale, d'autres organismes de charité et le grand public.

Nos domaines d'intérêts incluent, le développement sain de l'enfant (petite enfance, enfance et adolescence), la défense d'intérêts, les environnements sécuritaires, les grossesses et naissances en santé et la surveillance de l'état de santé des enfants. Nous nous faisons également un porte-parole dévoué des enfants du Canada par le biais de nos programmes, publications, notre bulletin trimestriel et nos membres.

Nous sommes le seul organisme national voué exclusivement à l'amélioration de la santé des enfants et des jeunes du Canada.

Institut canadien de la santé infantile

384 rue Bank, bureau 300
Ottawa (Ontario) K2P 1Y4

Tél.: (613) 230-8838; téléc.: (613) 230-6654
Courrier élec.: cich@cich.ca
Internet: www.cich.ca

Protéger les enfants contre les contaminants environnementaux



par
l'Institut canadien de la santé infantile



L'Institut canadien de la santé infantile (ICSI) est un organisme national sans but lucratif qui s'est donné comme mission d'améliorer la santé et le bien-être global des enfants du Canada. L'Institut est entièrement tributaire des subventions, dons et revenus de publications pour appuyer et promouvoir ses travaux.

On peut se procurer d'autres exemplaires de *Protéger les enfants contre les contaminants environnementaux* auprès de:

Institut canadien de la santé infantile
384 rue Bank, Bureau 300
Ottawa (Ontario) K2P 1Y4
Tél: (613) 230-8838
Télec.: (613) 230-6654
Courrier élec.: cich@cich.ca
Internet: www.cich.ca

ISBN 0-919747-53-1
Imprimé au Canada
©Mai 1997

On peut reproduire des sections de cette publication comme source documentaire dans le cadre de colloques, séminaires ou cours, en mentionnant l'Institut canadien de la santé infantile. Il est permis d'en citer des extraits dans des éditoriaux destinés à la presse, à la radio ou à la télévision. Tous les autres droits sont cependant réservés, et toute autre utilisation, en tout ou en partie, sans le consentement écrit de l'Institut canadien de la santé infantile est interdite.

Cette publication a été produite par l'Institut canadien de la santé infantile et financée en partie par Santé Canada. Les opinions exprimées dans cette publication ne reflètent pas nécessairement les opinions officielles de Santé Canada.

Table des matières

Les contaminants de l'environnement : les enfants nécessitent une protection spéciale	1
L'asthme chez les enfants et la qualité de l'air	6
Les polluants atmosphériques et leurs effets sur la fonction respiratoire	8
Substances agissant sur le système hormonal	10
Les pesticides et les enfants	13
Cancer et les enfants	16
L'allaitement maternel, c'est ce qu'il y a de mieux et de plus sécuritaire	20
Période avant la conception et anomalies de la fonction de reproduction	23
Exposition aux contaminants avant la naissance et leurs effets sur la fonction de la reproduction	27
Effets des neurotoxiques sur le développement neurologique	30

Les contaminants de l'environnement : les enfants nécessitent une protection spéciale

Pourquoi porter une attention particulière aux enfants?

Les enfants sont plus sensibles à l'action des agents toxiques de l'environnement que ne le sont les adultes. Les tissus et les organes de leur organisme ne sont pas parvenus à maturité et, par le fait même, n'ont pas terminé leur développement. De plus, les enfants ont des comportements qui font en sorte qu'ils courent un plus grand risque d'entrer en contact avec des contaminants présents dans l'environnement. Enfin, les voies d'absorption et d'excrétion des substances de leur organisme sont différentes.

- Les systèmes et les organes de leur organisme ne sont pas pleinement développés (différences sur le plan du développement)
- Certains comportements font augmenter les possibilités de contact avec les substances chimiques (différences sur le plan du comportement)
- Les voies du métabolisme des substances chimiques sont différentes (différences physiologiques)
- Après avoir été exposés aux contaminants, les enfants ont une durée de vie potentiellement plus long que les adultes. Il est donc possible que les effets des produits chimiques ne se fassent pas sentir avant des décennies.

I - Différences sur le plan du développement

Le corps d'un enfant est en plein développement et les organes en croissance sont plus sensibles aux substances toxiques de l'environnement. Les tissus qui se développent sont plus susceptibles de subir les effets néfastes d'une interférence puisque leur croissance dépend de messages chimiques. Le développement des organes s'amorce au stade fœtal, continue jusqu'à l'adolescence et ne suit pas une séquence linéaire mais se produit plutôt par poussées. Si l'organisme est exposé à une substance toxique lors d'une poussée de croissance, le dommage subi peut s'avérer permanent.

- C'est au cours des premières semaines de la

grossesse, c'est-à-dire lorsque la femme peut ne pas savoir qu'elle est enceinte¹ que l'embryon humain est le plus susceptible aux effets nuisibles sur le développement.

Exposition avant la conception

Le développement normal du fœtus demande qu'un oeuf en santé soit fécondé par un spermatozoïde en santé. Des changements à l'oeuf ou au spermatozoïde dus à une exposition à des contaminants chimiques de l'environnement peut compromettre le développement.¹

- Il existe plusieurs toxicants qui peuvent causer de l'infertilité ou réduire la qualité des spermatozoïdes si l'on y est exposé.¹
- L'ensemble des ovaires de la femme se développent au cours du stade fœtal. Les anomalies des ovaires peuvent se produire si le fœtus est exposé à certains produits chimiques.

Exposition dans l'utérus

Le fœtus peut être exposé à certains produits chimiques du fait que le placenta ne bloque pas les contaminants chimiques passant de la circulation sanguine de la mère à celle du fœtus. La sensibilité du fœtus ou de l'embryon aux toxicants de l'environnement dépend du stade de développement au cours duquel survient l'exposition.

- Dès la conception, le développement du fœtus est fortement régi par l'action des hormones, telles la thyroïde et l'estrogène qui influencent fortement le développement du cerveau et la maturation des poumons. Les contaminants tels les pesticides et les BPC peuvent nuire au fonctionnement normal des hormones, risquant ainsi de causer de sérieux problèmes.
- Les enfants des femmes exposées à l'estrogène synthétique, DES, au cours de la grossesse ont développé de sérieuses complications au niveau des organes de la reproduction au cours de l'adolescence, notamment le cancer du vagin.²
- Dès la sixième semaine de la gestation, le

niveau de testostérone détermine la masculinisation du fœtus.

- Le système immunitaire du fœtus n'est pas arrivé à maturité et ne peut pas réagir aux substances étrangères en produisant des anticorps.
- Les contaminants de l'environnement tels que le mercure et le plomb peuvent interrompre le développement neurologique au cours de périodes critiques du développement, entraînant ainsi des changements des fonctions sensorielle, motrice et cognitive.¹
- Le nombre de neurones et d'interconnexions dans le cerveau d'un fœtus en croissance augmente de façon phénoménale pendant la grossesse. Une caractéristique importante de la croissance des tissus neurologiques est sa nature finie; c'est-à-dire qu'on ne peut pas remplacer une période critique manquée ou les neurones perdus.³
- Les alvéoles des poumons se développent in utero. Le dommage causé aux alvéoles peut donc nuire à la fonction pulmonaire plus tard dans la vie.³

De la naissance à l'adolescence

À la naissance, le cadre physiologique des structures régissant la respiration, les réflexes, le rythme cardiaque et la croissance des os est complet mais le développement des organes à l'intérieur de chacune de ces structures continue de se faire pendant de 10 à 15 ans, chaque organe se développant à un rythme qui lui est propre.

II - Différences sur le plan du comportement

Même si les enfants vivent dans le même environnement que les adultes, tous les enfants, des nouveau-nés aux adolescents, peuvent être davantage exposés aux toxicants de l'environnement par rapport aux adultes en raison des facteurs suivants :

- **Dépendance face aux adultes** : Ils sont les moins capables de se protéger eux-mêmes puisque leur protection dépend des adultes. Le nouveau-né et le bambin dépendent particulièrement de l'adulte pour ce qui est des décisions relatives au logement et à la gestion des risques.
- **Plus près du sol** : Le nourrisson et le bambin sont plus petits et sont souvent placés sur le

plancher, sur l'herbe et sur le sol où ils sont exposés à la poussière, aux pesticides et aux autres contaminants qui s'accumulent près du sol, là où la ventilation se trouve à être la plus faible. La plupart des mesures de la qualité de l'air se fait à 6 pieds du sol, là où les adultes respirent. Il est donc possible que ces mesures ne reflètent pas ce à quoi les enfants sont exposés.³

- **De la main à la bouche** : Les jeunes enfants font appel à tous leurs sens lorsqu'ils explorent le monde qui les entoure. L'ouïe, le toucher, le goût, tout y passe. Lorsque les jeunes enfants se traînent par terre, s'éclaboussent, font des trous dans le sol ou qu'ils mettent dans leur bouche des aliments qui n'ont pas été nettoyés, ils se mettent en contact avec certains dangers environnementaux, comme du sol contaminé, de la peinture au plomb, des produits chimiques et des pesticides utilisés sur la pelouse et dans le jardin. Une plus grande mobilité chez les enfants plus âgés, combinée avec leur désir d'explorer et de prendre des risques font en sorte qu'ils sont davantage exposés à de graves contaminants de l'environnement.
- **Habitudes alimentaires** : Du fait que les enfants mangent plus de fruits et boivent plus de liquide par poids corporel comparativement aux adultes, toute proportion gardée, les aliments constituent une source d'exposition à des contaminants. Par exemple, par rapport à leur poids corporel, les enfants mangent beaucoup plus de pommes, de bananes, de raisins, de poires et de carottes que les adultes.⁴ En 1993, le Conseil national de recherche se penchait sur la sensibilité des nourrissons et des enfants aux pesticides alimentaires dans le rapport intitulé *Pesticides in the Diets of Infants and Children*.⁴
- **Temps passé à l'intérieur** : Au Canada, on estime que les enfants passent jusqu'à 90 % de leur temps à l'intérieur. Par le fait même, les nourrissons et les bambins sont plus souvent exposés à la fumée de tabac, aux résidus des pesticides, au bioxyde nitreux qui se dégage des cuisinières et des calorifères à gaz, à la formaldéhyde (qui se dégage des meubles et des matériaux de construction) et à divers allergènes incluant les champignons et les moisissures qui peuvent s'accumuler dans une maison.

- **Les jeux** : Les contaminants se retrouvent également là où jouent les enfants. Les enfants sont exposés aux composés chlorinés des piscines, aux oxydes d'azote des patinoires et des gaz toxiques émanant des matériaux de bricolage des classes d'arts plastiques. Lorsque les enfants jouent à l'extérieur, ils se trouvent exposés à divers contaminants comme la peinture au plomb utilisée sur les équipements des terrains de jeu, aux résidus des pesticides, à l'ozone, au dioxyde de soufre, au benzène et à d'autres gaz émanant des tuyaux d'échappement des véhicules automobiles.
- **Pauvreté** : L'exposition aux toxicants de l'environnement s'agence souvent à des facteurs sociaux comme la pauvreté. Le fait de vivre dans un logis de qualité inférieure, près de sites dangereux, sur des anciens terrains industriels ou dans un appartement trop petit, souvent sans endroit où l'on peut jouer, peut avoir un impact sur la santé des enfants.⁵ À titre d'exemple, on constate souvent la présence de plomb dans les logis où habitent les gens à faible revenu, puisqu'il s'agit souvent de constructions plus vieilles et moins bien entretenues. Les enfants pauvres courent un risque particulier d'être exposés aux toxicants de l'environnement puisqu'il arrive souvent qu'ils vivent dans des endroits qui se trouvent souvent en aval des collines, du vent et des cours d'eau par rapport aux sources de pollution.
- **Enfants autochtones** : Étant donné leur alimentation et l'endroit où ils vivent, les enfants autochtones sont exposés à des niveaux plus élevés de contaminants de l'environnement par rapport à l'ensemble de la population canadienne.^{6,7} Les Autochtones vivant en milieu urbain vivent parfois dans des quartiers plus pauvres près de complexes industriels qui polluent ou des voies de grande circulation automobile, tandis que les enfants vivant dans les réserves sont exposés aux contaminants qui s'accumulent dans la chaîne alimentaire.⁷

III - Différences physiologiques

Par physiologie, on entend l'ensemble des processus qui régissent l'absorption, la digestion, le métabolisme et l'excrétion des substances dans l'organisme. Chez l'enfant, la physiologie n'est pas la même que chez l'adulte, et l'organisme réagit aux

contaminants de façon différente.

Les substances pénètrent dans l'organisme par absorption qui se produit aux barrières comme la peau, les voies gastro-intestinales et les voies respiratoires. Chez l'enfant, ces barrières ne sont pas aussi bien développées que chez l'adulte et laissent ainsi passer plus de substances toxiques. Dans la même veine, la distribution, le métabolisme et l'excrétion des composés absorbés se font de façon différente chez l'enfant.

Dans certains cas, les enfants ayant une anomalie génétique ont une plus faible capacité de convertir et d'excréter les toxicants.

Il importe de noter que le fait d'avoir une physiologie qui n'est pas encore arrivée à maturité peut avoir un effet protecteur ou un effet nuisible, selon le composé chimique en cause.

Absorption

- Le petit intestin chez le nouveau-né peut avoir une plus grande absorption pour certaines substances. Dans le cas du calcium, cette plus grande absorption bénéficie à la croissance. Cependant, le plomb, qui est un neurotoxique dangereux, peut nuire aux facultés intellectuelles et s'absorbe plus facilement chez le nouveau-né. Les enfants absorbent de 50 à 90% du plomb ingéré tandis qu'un adulte en absorberait environ 10%.⁸
- La capacité d'absorption de la peau de nouveau-né est particulièrement grande. Par exemple, autrefois les bébés étaient lavés, suivant la naissance, avec une solution désinfectante à l'hexachlorophène jusqu'au jour où on a constaté le risque possible de dommages au cerveau résultant de la neurotoxicité.³
- La barrière hémato-encéphalique qui empêche les substances nuisibles de passer de la circulation sanguine au cerveau chez les adultes et chez les enfants est encore en développement pendant les premières années. Ceci signifie que les produits chimiques neurotoxiques peuvent atteindre le cerveau et causer un tort irréparable.

Filtration

- Les reins filtrent les substances du sang et les éliminent par l'urine. Les systèmes de l'organisme chez un nourrisson ne peuvent pas

pleinement filtrer les substances avant l'âge de cinq mois. Les jeunes enfants peuvent donc accumuler les substances chimiques plus facilement que les adultes du simple fait que leurs reins ne peuvent pas les éliminer aussi facilement.

- Chez le bébé, l'organisme a une forte composante d'eau. Le plus grand apport d'eau nécessaire pour maintenir la composante élevée d'eau de l'organisme fait en sorte qu'il est possible que les bébés absorbent plus de contaminants transportés dans l'eau par poids corporel.

Métabolisme

- Les produits chimiques qui sont absorbés dans l'organisme passent à la circulation sanguine pour être métabolisés dans le foie et les autres tissus. Une fois métabolisés, les produits qui en découlent sont transportés vers les reins en vue d'être éliminés. Chez le nourrisson, ces processus ne sont pas encore tout à fait développés, ce qui entraîne une rétention prolongée des substances dans l'organisme. Par ailleurs, certains produits chimiques partiellement métabolisés sont plus toxiques que la substance de départ.

Que peut-on faire pour protéger les enfants?

Éducation

On peut agir sur deux fronts, soit l'exposition aux contaminants et le traitement, lorsqu'on éduque les parents et les intervenants de la santé sur la sensibilité particulière des enfants aux contaminants de l'environnement. Les parents et les enfants, les intervenants de la santé, les législateurs, les enseignants, les dirigeants communautaires, tous ont un rôle à jouer pour faire en sorte que les enfants ne soient pas exposés aux contaminants.

Approfondissez les connaissances sur les enjeux de la santé des enfants et les contaminants de l'environnement chez:

- les parents et le grand public en mettant bien en valeur l'ampleur du problème;
- les enfants par le truchement des programmes scolaires, et dans la famille en les conscientisant aux dangers présents dans l'environnement;

- les scientifiques du monde bio-médical en encourageant la recherche dans ce domaine;
- les médecins, le personnel infirmier et les professionnels de la santé publique en intégrant les problèmes environnementaux à l'anamnèse, au diagnostic, au traitement, à l'aiguillage et à la prévention; et
- les éducateurs par le truchement de la formation portant sur les contaminants de l'environnement.

Élaboration des politiques

Il importe que l'élaboration des politiques reflète une compréhension des différences des effets des contaminants de l'environnement sur les enfants. Jusqu'à présent, les politiques en matière de réglementation n'ont pas souvent tenu compte des caractéristiques particulières des enfants.⁹

Il importe de :

- promouvoir la réglementation des pesticides avec une attention particulière accordée à l'alimentation des enfants;
- s'assurer que l'eau potable dans les écoles soit sécuritaire pour les enfants;
- s'assurer que les tests de sécurité effectués sur les produits chimiques tiennent compte des caractéristiques uniques aux enfants;
- utiliser des jouets et du matériel d'arts plastiques conçu spécialement pour assurer la sécurité des enfants;
- établir des normes et des protocoles de mise à l'essai qui tiennent compte de la plus grande sensibilité des enfants aux contaminants de l'environnement.

Facilitez la mise sur pied d'un groupe de travail pluridisciplinaire sur la santé infantile et l'environnement dans le but de :

- déterminer l'état actuel des connaissances
- faire en sorte que les connaissances actuelles soient largement diffusées
- déterminer les principales lacunes dans les connaissances
- définir les possibilités de coordination avec d'autres organismes.

Recherche

Il importe d'approfondir les recherches qui se penchent sur l'association entre les toxicants et la santé infantile. Il s'agit surtout de mettre en lumière

les effets à long terme sur le développement puisque les connaissances à ce sujet ne sont que partielles.

Il importe d'établir et de maintenir un système de surveillance des niveaux des principaux contaminants qui sont relâchés dans l'environnement et les niveaux identifiés dans l'organisme ainsi que leur effets possibles sur la santé des enfants.

Il importe enfin d'identifier les biomarqueurs pouvant servir à évaluer le niveau d'impact des contaminants de l'environnement sur l'organisme.

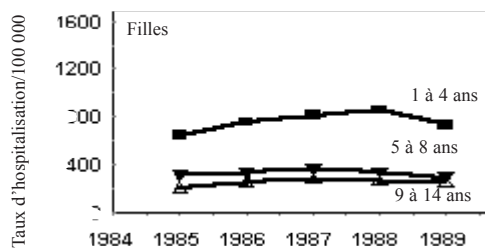
Références

1. NIOSH. Reproductive Hazards in the Workplace. Bibliography, Cincinnati: US Department of Health and Human Services, 1994.
2. Herbst AL, Ulfelder H, Poskanzer DC. Adenocarcinoma of the vagina: association of maternal stilbestrol therapy with tumor appearance in young women. N Engl J Med (1971) 284: 878.
3. Bearer CF. Environmental Health Hazards: How Children are Different from Adults. The Future of Children, 1995; 5:11-26
4. National Research Council. Pesticides in the Diets of Infants and Children. Washington, National Academic Press, 1993
5. US Department of Health and Human Services, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Healthy Children - Toxic Environments 1997. Pp.3 - 7

L'asthme chez les enfants et la qualité de l'air

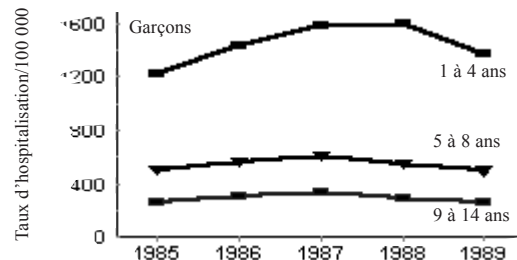
Qu'est-ce que l'asthme?

- L'asthme est une maladie respiratoire chronique qui se caractérise par un rétrécissement soudain et intermittent des voies respiratoires, causant ainsi des difficultés à respirer, un étranglement au niveau de la poitrine et de la toux.
- On croit que l'inflammation des voies respiratoires et une forte réaction à une gamme d'allergènes et de composés chimiques jouent un rôle important dans l'étiologie de l'asthme.



Est-ce que l'asthme est une maladie répandue?

- L'asthme est la maladie chronique la plus répandue parmi les maladies infantiles.
- Plusieurs pays, y compris le Canada, ont constaté une hausse de l'incidence de l'asthme chez les enfants depuis les deux dernières décennies¹.
- En 1989, les taux d'hospitalisation pour les enfants de cinq à huit ans variaient de 3 % en Colombie-Britannique et au Québec à 7 % dans les Maritimes².
- Les taux d'hospitalisation varient également selon l'âge et le sexe de l'enfant :



Qu'est-ce qui cause l'asthme?

- On ne connaît pas de cause unique mais il y a des facteurs génétiques et environnementaux qui peuvent jouer un certain rôle. Les contaminants présents dans l'air ambiant tant à l'intérieur qu'à l'extérieur peuvent contribuer au développement de l'asthme. En outre, le fait d'être exposé aux agents polluants déclencheurs à l'intérieur ou à l'extérieur peut aggraver un cas d'asthme.

Contaminants de l'air à l'intérieur

Au Canada, les enfants passent près de 90 % de leur temps à l'intérieur. Les maisons bien isolées emprisonnent les contaminants en suspension dans l'air, ce qui peut faire en sorte que l'asthme

se développe et s'aggrave. On peut placer les contaminants dans deux groupes :

- les contaminants biologiques (moisissures, acariens détriticoles, pollen, poils et squames d'animaux, insectes, blattes et bactéries); et
- les contaminants chimiques (fumée de tabac ambiante (FTA), gaz émanant de la cuisinière et de la chaudière, des matériaux de construction comme ceux utilisés pour isoler, des moquettes et des rideaux)

Contaminants de l'air à l'extérieur

- Une augmentation de la prévalence de l'asthme peut être attribuée à l'ozone de la basse atmosphère (O₃) et des fines particules.³

Quelles sont les conséquences de l'asthme?

- Les enfants asthmatiques sont plus sensibles à une gamme d'agents allergènes comme ceux qui sont dérivés des animaux et des polluants chimiques tels que le dioxyde de soufre, la FTA ou les substances particulaires.
- L'asthme est la principale cause d'absentéisme à l'école. Il semblerait que chaque enfant asthmatique de moins de 18 ans aux États-Unis consulte un médecin pour raisons d'asthme en moyenne 5 fois par année.

Pourquoi mettre l'accent sur les enfants?

- L'asthme est la maladie chronique la plus fréquente chez les enfants.
- Il semblerait que le fait d'être exposé aux contaminants de l'air au cours d'une longue période ait un effet néfaste sur la fonction pulmonaire chez les enfants asthmatiques.
- En raison de l'asthme, l'enfant éprouve certaines difficultés à jouer, ce qui peut nuire à son développement.

Que peut-on faire?

En matière de recherche

- Il faut approfondir les connaissances en ce qui a trait à l'étiologie de l'asthme chez les enfants et les liens entre l'asthme et la qualité de l'air.
- Il faut pousser plus loin les recherches portant sur l'interaction entre les contaminants tant biologiques que chimiques et l'asthme chez les enfants.
- Il faut mettre sur pied un système de surveillance de personnes et des groupes qui risquent d'être exposés aux contaminants de l'air.
- Il faut étudier le rôle du système immunitaire et son lien avec l'asthme.

Éducation auprès des familles

En vue d'éviter que ne se développe l'asthme :

- Les parents peuvent éviter que leurs enfants ne développent un problème d'asthme en limitant les situations qui les exposent aux substances réactives comme la FTA, la poussière, les ani-

maux domestiques et autres agents biologiques qui peuvent contribuer au développement de l'asthme.

À l'intérieur

- Ne fumez jamais dans la maison.
- Maintenez des niveaux d'humidité variant entre 30 et 50% pour empêcher la propagation d'agents biologiques déclencheurs.
- Éliminez les eaux stagnantes et les endroits humides dans la maison, puisqu'ils favorisent la croissance de micro-organismes.
- La plus grande concentration de blattes et de bactéries se trouve dans le matelas, les coussins, et les tapis. Sceller le matelas avec un plastique et laver les draps et les oreillers à l'eau chaude.
- Gardez les animaux domestiques à l'extérieur autant que possible et ne les laissez pas aller dans la chambre de l'enfant.
- Brossez régulièrement votre animal domestique.
- Évitez les moquettes et les tapis.

Éducation auprès des professionnels de la santé

- Les professionnels doivent en apprendre davantage sur la sensibilité particulière des enfants à la pollution de l'air ambiant.
- Intégrez les questions d'hygiène du milieu en pédiatrie dans tous les programmes de formation professionnels.

Gouvernement

- Resserrez les normes régissant les polluants de l'air à l'extérieur en vue de protéger les enfants asthmatiques.

Références

1. Weiss KB, Gergen PJ, Wagener DK. Breathing better or wheezing worse? The changing epidemiology of asthma morbidity and mortality. [Review]. *Annu Rev Public Health* 1993;14:491-513.
2. Hanvey, L, Avard DA, Graham I. La santé des enfants du Canada: Un profil de l'ICSI. 2e. Ottawa: Institut Canadien de la Santé Infantile; 1994. p46.
3. Bates DV. Observations on asthma. [Review] *Environ Health Perspect* 1995;103 Suppl. 6:243-7.

Les polluants atmosphériques et leurs effets sur la fonction respiratoire

Qu'entend-on par pollution de l'air?

- La pollution de l'air est un mélange complexe de composés qui peuvent varier selon les sources locales et les vents qui transportent la pollution sur de grandes distances. Parmi les principaux polluants atmosphériques, notons le dioxyde de soufre, les particules en suspension, les oxydes d'azote, les aérosols acides et l'ozone de la basse atmosphère.

Polluants communs et leurs sources

1. Particules en suspension

- Les particules en suspension dans l'air sont de tailles variées; plus la particule est petite, plus elle représente un risque pour la santé.
- Les particules de 10µm et plus sont éliminées au niveau de la partie supérieure du système respiratoire, mais les particules de 2,5µm peuvent s'infiltrer jusque dans les alvéoles et causer des dommages au tissu des poumons.
- Les particules émanent de l'industrie du transport, des mines, des chantiers de construction, des foyers et des chaudières.

2. Ozone de la basse atmosphère

- L'ozone de la basse atmosphère est un gaz qui se forme lorsque la lumière du soleil et les températures chaudes interagissent avec les oxydes d'azote et les composés organiques volatiles.
- C'est pendant la journée et au cours des mois d'été que les niveaux sont les plus élevés. Le smog est pire dans la direction du vent provenant des embouteillages et des cheminées des industries.
- Le profil topographique peut empêcher la circulation d'air pur, bloquant ainsi le smog.
- Les sources d'émissions de composés organiques volatiles et d'oxydes d'azote comprennent les véhicules automobiles, les fonderies et les raffineries, l'industrie du nettoyage à sec, les centrales d'énergie en plus des émissions transfrontalières.

3. Aérosols acides

- Il s'agit de particules acides qui sont générées lorsque le dioxyde de soufre et d'autres gaz réagissent avec de l'eau.
- Une grande partie des aérosols acides qui affectent

le sud de l'Ontario proviennent des États-Unis. Les émissions provenant de l'Ontario affectent la qualité de l'air des états et des provinces de l'est.

Pourquoi mettre l'accent sur les enfants?

- Les jeunes enfants respirent plus rapidement et inspirent plus de polluants par kilogramme de masse corporelle.
- Les enfants passent plus de temps à des activités vigoureuses à l'extérieur par rapport aux adultes.
- Les nourrissons exposés aux polluants de l'air peuvent connaître des changements significatifs au niveau de la fonction pulmonaire, mais ceux-ci ne sont que passagers.
- Les nourrissons ont moins d'alvéoles que les adultes et les contaminants peuvent nuire au développement des alvéoles.
- Les enfants affichent un taux plus élevé d'asthme que les adultes. Les enfants asthmatiques semblent être plus sensibles aux polluants atmosphériques tels que le dioxyde de soufre, les particules en suspension et l'ozone.

Effets sur la fonction respiratoire

- Il existe certaines preuves selon lesquelles le fait d'être exposé à long terme à la pollution atmosphérique réduit la croissance des poumons, nuit au développement de ceux-ci et à la fonction pulmonaire¹.
- On a constaté des liens précis entre la pollution atmosphérique et les maladies respiratoires chez les enfants.
- Les exercices physiques ainsi que la durée d'exposition aux contaminants et l'agencement des polluants peuvent avoir des effets potentialisateurs.
- Les effets chroniques sur la capacité respiratoire chez les enfants associés à la pollution atmosphériques ne sont pas clairs. D'autres facteurs interviennent, notamment la consommation de tabac, les naissances prématurées, le faible poids de naissance, l'ethnie, la pauvreté et le sexe de l'enfant.
- Il pourrait y avoir un nombre considérable de maladies attribuables à la pollution de l'air².

1. Maladies affectant la partie supérieure du système respiratoire

- L'ozone est associée à l'inflammation de la voie respiratoire, à la toux, à la sensation de gêne respiratoire, à la douleur éprouvée lorsqu'on inspire et à l'irritation de la partie supérieure de la voie respiratoire³.

2. Maladies affectant la partie inférieure du système respiratoire

- Les symptômes reliés à un malaise de la partie inférieure du système respiratoire, notamment l'essoufflement, le sifflement expiratoire et (ou) inspiratoire, la sensation de gêne respiratoire sont fortement associés à des augmentations au niveau des particules en suspension et des gaz oxydants dont l'ozone et l'oxyde nitreux³.

3. Fonction pulmonaire

- Plusieurs études indiquent un déclin de la fonction pulmonaire chez les enfants après qu'ils ont été exposés à l'ozone.
- On constate un déclin de la fonction pulmonaire chez les enfants qui vivent près des routes achalandées. Un déclin prononcé de la fonction pulmonaire résultant des particules en suspension constaté chez les enfants et (ou) l'exposition au dioxyde de soufre peut persister pendant plusieurs semaines.
- L'effet de la pollution sur la fonction pulmonaire est moindre que l'effet découlant du tabagisme chez la mère.

4. Effets à long terme

- Une diminution de la fonction pulmonaire au cours de la première année de la vie accroît la possibilité des maladies affectant la partie inférieure du système respiratoire plus tard dans la vie.
- De façon générale, on constate une diminution de la fonction pulmonaire chez les personnes qui vivent dans les endroits où les niveaux de dioxyde de soufre et des particules en suspension sont élevés.

5. Admissions dans les hôpitaux

- Les enfants de moins de deux ans sont trois fois plus susceptibles d'être hospitalisés comparativement aux autres enfants et aux adultes.⁴
- Les enfants asthmatiques affichent un taux plus élevé d'hospitalisation que les enfants qui ne le sont pas.

Que peut-on faire?

1. Recherche

- Les gouvernements doivent élargir le cadre de surveillance des principaux polluants atmosphériques, y compris les particules en suspension dans l'air et les aérosols acides.
- Il faut mener des études épidémiologiques qui mesurent avec précision le taux d'exposition des enfants aux polluants atmosphériques.

2. Éducation auprès des familles

- Encourager une diminution de la dépendance face à la voiture puisque celle-ci représente la principale source d'émission des particules et de l'ozone de la basse atmosphère. Effectuer un entretien régulier des véhicules et participer à des programmes visant à tester les émissions émanant des voitures.
- Lorsque le niveau d'ozone de la basse atmosphère est élevé, s'assurer que les enfants consacrent moins de temps à des activités extérieures.

3. Éducation auprès des intervenants de la santé

- Les professionnels de la santé devraient se renseigner davantage sur la pollution de l'air dans leur collectivité.
- Fournir aux écoles et aux agences de loisirs des renseignements sur les implications sur la santé ou sur les alertes au smog.
- Sensibiliser les parents aux variations quotidiennes de l'ozone de la basse atmosphère.

Références

1. Snodgrass WR. Physiological and Biochemical Differences Between Children and Adults as Determinants of Toxic Response to Environmental Pollutants. In: Similarities and Differences Between Children and Adults: Implication for Risk Assessment. (Guzelian PS, Henry CJ, Olin SS, editors). Washington: ILSI Press, 1992; 35 - 42.
2. Bates DV, Health indices of the adverse effects of air pollution: the question of coherence. Environ Res 1992;59:336-349.
3. Dockery DW, Pope CA. Acute respiratory effects of particulate air pollution. Annu Rev of Public Health 1994;15:107-132.
4. Stieb DM, Burnett RT, Beveridge RC, Brook JR, Association between ozone and asthma emergency department visits in Saint John, New Brunswick, Canada. Environ Health Perspect 1996;104:1354-1360.

Substances agissant sur le système hormonal

Quelles substances agissent sur le système hormonal?

Certaines substances pénètrent dans l'organisme et ont un effet néfaste sur la façon dont les divers systèmes du corps interagissent ensemble, c'est ce qu'on appelle les substances agissant sur le système hormonal. Ces substances peuvent causer des problèmes si elles:

- empêchent les hormones naturelles de se lier aux récepteurs cellulaires;
- imitent les hormones naturelles et se lient aux récepteurs;
- altèrent la production et la disponibilité des hormones naturelles et des récepteurs;
- affectent le transport des hormones dans le sang et à travers les membranes.

Les substances qui agissent sur le système hormonal entravent principalement le fonctionnement de trois systèmes hormonaux, soit les systèmes régissant l'estrogène (l'hormone femelle), l'androgène (l'hormone mâle) et la thyroïde. Ces trois hormones jouent un rôle critique dans le développement et le fonctionnement du cerveau, du système immunitaire, des organes génitaux et du système reproducteur. Ces hormones sont très actives chez le fœtus et le nourrisson, ce qui fait que ces derniers sont plus sensibles à leurs influences potentielles.

Pourquoi mettre l'accent sur les enfants?

Dans un organisme qui se développe, comme celui d'un fœtus ou d'un jeune enfant, la spécialisation de différentes catégories de cellules (différentiation) dépend largement de l'action hormonale. Lorsque l'organisme est exposé aux substances qui agissent sur le système endocrinien au cours de certaines périodes du développement, il y a un plus grand risque d'effets chroniques observables seulement après une longue période de latence¹.

- Chez la femme les composés liposolubles peuvent s'être accumulés durant toute une vie. Une dépense accrue d'énergie pendant et

après la grossesse peut libérer des composés liposolubles, exposant ainsi le fœtus et le nourrisson.

- Le fait d'être exposé aux contaminants comme les dioxines avant et pendant la grossesse, même à de faibles niveaux, a des effets durables sur le nouveau-né et entrave sa capacité de reproduction, influençant ainsi le développement normal de la deuxième génération².

Quels sont les effets sur la santé?

Constat des études sur la faune

Chez plusieurs espèces d'animaux, on a observé une gamme d'anomalies qu'on associe au fait d'avoir été exposés aux contaminants de l'environnement qui agissent sur le système hormonal.

- anomalie du fonctionnement thyroïdien (oiseaux, poissons)
- baisse de la fertilité (oiseaux, poissons, crustacés et coquillages, mammifères)
- diminution des chances d'éclosion des oeufs (oiseaux, poissons, tortues)
- sérieuses malformations congénitales (oiseaux)
- anomalies du métabolisme
- anomalies comportementales (oiseaux)
- féminisation des mâles (oiseaux, alligators, poissons)
- masculinisation des femelles (oiseaux)
- système immunitaire compromis et cancers (poissons, marsouins, phoques)

Constat découlant des études sur les humains

Des cas très élevés de contamination par des substances agissant sur les hormones ont été observés et ont produit certains des résultats énumérés ci-dessous.

- Les enfants ayant été exposés à ces substances accusent un retard de développement, éprouvent des difficultés de la parole et affichent des troubles du comportement et du développement intellectuel^{3,4}.

- La grossesse peut aboutir à une gamme d'anomalies, variant entre une augmentation du taux d'avortement à une augmentation des risques du faible poids de naissance.

Les effets reliés à une exposition à des niveaux moins élevés de BPC et de dioxines sont plus difficiles à déceler. Plusieurs études prospectives sur les femmes qui se nourrissent de poisson contaminé aux BPC, aux dioxines et (ou) aux pesticides et aux métaux lourds ou de viande contaminée révèlent que leur enfants ont tendance à accuser un retard dans leur développement incluant un affaiblissement de la fonction cognitive⁵. Les effets sur le quotient intellectuel, sur le comportement et sur l'apprentissage étaient encore observables à l'âge de 10 ans⁶. D'autres études révèlent quelques anomalies passagères mineures chez les enfants^{3,7}.

Selon certaines hypothèses, d'autres effets seraient reliés aux contaminants agissant sur les hormones, notamment en ce qui a trait:

- au cancer des testicules
- à la cryptorchidie et au hypospadias
- à une diminution du nombre de spermatozoïdes
- au cancer du sein
- à l'infertilité
- à la surdité chez les animaux
- à une taille corporelle réduite

Que peut-on faire?

Recherches

Il est extrêmement difficile d'évaluer l'ampleur de l'exposition des humains aux contaminants qui agissent sur les hormones.

- Les chercheurs doivent étudier l'exposition à tous les contaminants qui agissent sur les hormones en plus d'étudier les contaminants en interaction en raison des effets qui peuvent être cumulatif ou synergétique.
- Les chercheurs doivent tenir compte du moment où l'organisme est exposé aux contaminants, à savoir avant ou après la naissance, en plus de tenir compte des sources de l'exposition.
- Il faut étudier davantage les effets à long terme des substances agissant sur le système endocrinien et sur les systèmes nerveux et immunitaire et du système reproducteur.
- Des études multi-disciplinaires devraient se pencher sur les contaminants qui ont un effet perturbateur sur les hormones en vue d'en arriver à une plus grande compréhension du mécanisme à l'œuvre.
- Il faudrait évaluer l' strog nicit  potentielle en vue de tester la toxicité aiguë et d'autres effets à long terme sur la santé, surtout les effets sur le f etus en développement.
- Il faudrait étudier la distinction entre les effets sur le système hormonal provenant des substances synthétiques et naturelles.

Contaminants agissant sur les hormones et modes d'exposition		
Type de contaminant	Exemples	Modes d'exposition
Pesticides	DDT et ses catabolites DDE Alachlore Atrazine Tocochloroph�ne Chlordane	Nourriture Animaux domestiques Aires de récréation
Produits de préservation du bois	Pentachlorophénol	Maisons, garderies et écoles
BPC Dioxines	BPC co-planaires TCDD et autres	Isolation thermique Contaminants présents dans les pesticides Gaz émanant des incinérateurs
Plastifiants et surfactants	Phtalates Polycarbonates Styrol�nes	Produits de plastique
My�ostrog�nes	Zearol�none	Produit par les moisissures
Phytoestrogènes	Oestrogènes	Produit par les plantes comme la soya

Éducation auprès des familles

- Dans la mesure du possible, il faudrait que les enfants et les femmes enceintes ne soient pas exposés aux contaminants qui agissent sur les hormones.
- La plupart des pesticides qui agissent sur les hormones comme le DDT ont été banis au Canada. Cependant, les pesticides sont utilisés, il faut se tenir éloigné de la maison ou de l'école pendant le traitement.

Éducation auprès des professionnels de la santé

- Il faut que les professionnels fournissent de la documentation et appuient les études portant sur les mères qui allaitent en vue de mieux évaluer le rôle des œstrogènes environnementaux dans la santé génésique chez l'humain.

Références

1. National Research Council. 1993. Pesticides in the Diets of Infants and Children. Washington, DC: National Academy Press.
2. Colborn T, von Saal, FS, Soto AM. Developmental effects of endocrine disrupting chemicals in wildlife and humans. [Review] Environ Health Perspect 1993;101(S):378-383.
3. Rogan, WJ, Gladen BC. 1992. Neurotoxicity of PCBs and related compounds. Neurotoxicity 1992;13: 27-35.
4. Chen YC, Yu ML, Rogan WJ, Gladen BC, Hsu GG. A six-year follow-up of behavior and activity disorders in the Taiwan Yu-Cheng Children. Am J Public Health 1994;84:415-421.
5. Rylander L, Stromberg U, Hagmar L. Decreased birth weight among infants born to women with a high dietary intake of fish contaminated with persistent organochlorine compounds. Scand J Work Environ Health 1995;21:368-375.
6. Jacobson JH, Jacobson SW. Intellectual impairment in children exposed to polychlorinated biphenyls in utero. N Engl J Med 1996;335:783-9.
7. Koopman-Esseboom C, Weisglas-Kuperus N, de Ridder MAJ, van der Paauw GG, Tuinstra LGMT, Sauer PJJ. Effects of polychlorinated biphenyl/dioxin exposure and feeding type on infants' mental and psychomotor development. Pediatrics 1996;97:700-6.

Les pesticides et les enfants

Comment définit-on les pesticides?

- Les pesticides sont des produits régis par le gouvernement fédéral et qui servent à la lutte contre les ravageurs tels que les insectes (insecticides), les mauvaises herbes (herbicides), les rongeurs (rodenticides). Les pesticides comprennent non seulement les produits chimiques synthétisés grâce à la science humaine, mais également les substances qu'on retrouve dans la nature, les composés biologiques et les instruments mécaniques ainsi que les appareils électriques ou électroniques.
- Les premiers pesticides synthétisés étaient les composés organiques chlorés tels que le DDT. On a découvert par la suite que certains de ces produits chimiques ne se dégradent pas dans l'environnement et avaient des effets néfastes sur la faune, c'est pourquoi il a fallu en bannir l'usage. Parmi les nouvelles catégories de pesticides, notons les organophosphates et les ferbanes. Ces produits agissent sur le système nerveux central des insectes et peuvent causer des effets nuisibles chez les humains dans les cas de surexposition.
- Quelques pesticides agissent de façon sélective sur les organismes cibles par le biais d'une action spécifique sur ses processus biochimiques. À titre d'exemple, plusieurs herbicides influent sur la photosynthèse des plantes, un processus qui ne se produit pas chez l'être humain. Toutefois, d'autres pesticides n'agissent pas de façon aussi sélective et peuvent nuire aux organismes autres que les organismes cibles, y compris les humains.
- Avant qu'un pesticide ne soit inscrit sur liste des pesticides régis par le gouvernement fédéral, le gouvernement passe en revue les études de toxicologie à court et à long terme, examine les données sur l'exposition et évaluent les risques de santé chez les personnes (y compris les nourissons et les enfants) qui peuvent y être exposés.

Pourquoi mettre l'accent sur les enfants?

- Un comité scientifique relevant de la US National Research Council s'est penché sur la sensibilité des nourissons et des enfants aux pesticides présents dans les aliments¹. Ce comité a relevé des variations en fonction de l'âge pour ce qui est de la sensibilité, de la toxicité et de l'exposition aux pesticides.
- Les différences de toxicité entre les jeunes mammifères et les mammifères adultes sont généralement modestes. Selon le produit chimique dont il s'agit, un jeune animal peut être plus ou moins sensible aux niveaux comparables d'exposition aux pesticides¹.

Les enfants peuvent se trouver exposés à des pesticides dans diverses situations :

- Les enfants peuvent entrer en contact avec ces produits chimiques lorsqu'on les utilise à la maison pour lutter contre les insectes, les rongeurs, les mauvaises herbes sur les pelouses et dans les jardins ou pour désinfecter la piscine. Les enfants peuvent ingérer des pesticides accidentellement lorsqu'ils ne sont pas rangés avec soin ou lorsqu'on les jette.
- Les enfants peuvent également se trouver exposés à des résidus de pesticides agricoles présents dans les aliments et dans l'eau potable ou à ceux qui sont utilisés pour traiter le gazon des aires de jeux et des parcs.
- Le fœtus peut être exposé à des pesticides lorsque la mère y est exposée.

Types de pesticides

Il existe plusieurs catégories de pesticides. On les classe en fonction de la cible visée. Les catégories les plus communes, ainsi que les questions qu'elles soulèvent, figurent au tableau ci-dessous.

Classification des pesticides			
Catégorie	Produits chimiques	Questions soulevées	Exemples
Insecticides	<ul style="list-style-type: none"> organophosphates ferbanes dinitrophénols composés inorganiques produits botaniques insecticides hydrochlorés pyréthrimoïdes de synthèse 	<ul style="list-style-type: none"> toxicité aiguë certaines composés causent une inhibition de la cholinestérase 	<ul style="list-style-type: none"> chlorpyrifos
Herbicides	<ul style="list-style-type: none"> chlorés à action hormonal bipyridilium dinitrophénols thiocarbamates et dithiocarbamates urées substituées triazines 	<ul style="list-style-type: none"> certaines composés de chlorophénoxy sont reliés à la cancérogénicité certaines composés ont des effets sur le développement 	<ul style="list-style-type: none"> 2,4-D bromoxynil
Fongicides	<ul style="list-style-type: none"> dithiocarbamates phthalimides organo-étains composés inorganiques 	<ul style="list-style-type: none"> certaines composés ont des effets sur le développement 	<ul style="list-style-type: none"> vinclozoline
Rodenticides	<ul style="list-style-type: none"> variés 	<ul style="list-style-type: none"> toxicité aiguë 	<ul style="list-style-type: none"> warfarine brométhaline

(Santé et Bien-être Canada, 1984) ²

Inquiétudes relatives à la santé des enfants découlant de l'exposition aux pesticides

Toxicité aiguë

- Une toxicité aiguë peut survenir du fait d'être exposé une seule fois à des pesticides hautement toxiques, comme ce serait le cas dans une situation d'absorption accidentelle de rodenticide.

Effets sur le développement

- Dans les études menées sur les animaux, on a constaté que certains pesticides causent une toxicité particulière à l'animal en développement, notamment une réduction du poids des petits et une augmentation de la fréquence des malformations.

Neurotoxicité

- On constate que les jeunes animaux sont plus sensibles aux effets neurotoxiques aigus de certains organophosphates en raison des systèmes de leur métabolisme qui ne sont pas arrivés à maturité.
- Chez les humains, le cerveau se développe de

façon considérable au moins jusqu'à l'âge de 4 à 6 ans et, par conséquent, le fait d'être exposé à des pesticides au cours de cette période pourrait altérer la structure ou le fonctionnement du système nerveux.

Immunotoxicité

- Chez les animaux en laboratoire, on constate que le système immunitaire en développement est plus sensible que celui de l'adulte au 2,3,7,8-TCDD, un contaminant de 2,4,5-T (qui n'est pas inscrit dans les produits dont on peut faire usage au Canada)¹.

Trouble endocrinien

- Certains pesticides organochlorés peuvent avoir des actions antiandrogènes ou œstrogéniques et peuvent perturber le développement normal chez les jeunes³.
- Les herbicides à base de sulfanèbe peuvent causer des anomalies de la fonction thyroïdienne, laquelle joue un rôle important dans la croissance et le développement³.

Cancer

- On constate qu'en fonction de l'âge, divers produits chimiques augmentent ou diminuent

la sensibilité des jeunes animaux à la cancérogenèse, ceci pouvant résulter des taux plus élevés de prolifération des cellules chez les petits et des capacités différentes du métabolisme¹.

- Les herbicides chlorés à action hormonale revêtent une importance critique pour ce qui est de la santé des enfants compte tenu du fait qu'on les utilise pour traiter les pelouses et que les enfants risquent d'y être exposés. On a constaté un lien entre ces produits et les lymphomes non hodgkiniens dans les diverses études épidémiologiques mais les données ne permettent pas de conclure qu'il existe un lien de cause à effet⁴.

Que peut-on faire?

Besoins en matière de recherche

- Raffiner les protocoles des études de toxicologie en vue d'assurer d'explorer à fond les effets possibles des pesticides sur le développement du fœtus (p.ex., neurotoxicité, immunotoxicité, système endocrinien)
- Mener des recherches sur les différences physiologiques et pharmacocinétiques tant parmi les nourrissons que chez les enfants et les adultes ainsi que chez les humains.
- Mettre à jour les données sur les habitudes alimentaires des nourrissons et des enfants.
- Surveiller de façon adéquate les aliments, qu'ils soient importés ou produits au Canada.
- Raffiner les approches utilisées pour évaluer l'exposition aux pesticides provenant d'autres sources que les aliments (p.ex., taux de transfert caractéristique des résidus de pesticides aux enfants provenant de surfaces traitées).
- S'assurer que le gouvernement aborde de façon adéquate les considérations propres aux enfants lorsqu'il s'agit d'évaluer les pesticides (p.ex., incorporer un facteur de sécurité additionnel s'il y a lieu).
- Mener des recherches sur les approches de gestion intégrée des parasites utilisées dans la lutte aux parasites et aux ravageurs.
- Mettre en œuvre un système national permettant de transmettre les informations sur les empoisonnements causés par des pesticides.
- Tenir compte des recommandations formulées par le Comité sur les pesticides dans l'alimentation des nourrissons et des enfants du conseil national de recherches¹.

Besoins en matière d'éducation

- Encourager l'utilisation de produits de rechange non pesticides lorsque cela est possible.
- Sensibiliser les consommateurs, les marchands de pesticides et les préposés aux traitements pesticides à l'importance de lire les étiquettes et de suivre les directives pour s'assurer que les produits sont utilisés et rangés avec prudence.
- Montrer aux consommateurs comment on peut protéger les enfants. À titre d'exemple, on peut laver les fruits et les légumes pour réduire le risque d'exposition, on peut souligner l'importance de ranger avec soin les pesticides et on peut placer les rodenticides dans des points d'appât inviolables de façon à ce que les enfants ne puissent pas jouer avec lorsqu'ils sont placés dans des endroits auxquels les enfants ont accès.

Références

1. National Research Council. Pesticides in the Diets of Infants and Children. Washington, National Academic Press, 1993.
2. Health and Welfare Canada. Pesticide Handling - A Safety Handbook . Fourth Edition. 1984
3. U.S Environmental Protection Agency. Special Report on Environmental Endocrine Disruption: An Effects Assessment and Analysis. Prepared for the Risk Assessment Forum. Washington, D.C. EPA/630/R-96/012 1997
4. Government of Canada. Interdepartmental Executive Committee on Pest Management. 2,4-D Re-evaluation Update and Label Improvement Program. Note to CAPCO C94-08.

Cancer et les enfants

Qu'est-ce que le cancer?

- Le cancer se définit par une croissance des tissus résultant d'une prolifération continue de cellules anormales. Ces cellules réussissent à envahir d'autres tissus et à les détruire.
- Le cancer peut provenir de n'importe quel type de cellules et ne constitue donc pas une seule maladie mais plutôt un nombre de maladies classées selon le tissu et le type de cellules d'origine.
- On sait que des facteurs génétiques jouent un rôle dans le cancer chez les enfants. Des facteurs environnementaux peuvent également jouer un rôle important dans le développement du cancer, soit seuls ou de concert avec les facteurs génétiques à n'importe quel des stades de développement du cancer décrits ci-dessous.

Étape du début

- Au cours de ce stade, l'ADN dans le noyau de la cellule est endommagé et peut transformer une cellule normale en une cellule pré-cancéreuse. Le dommage à l'ADN peut être causé par un rayonnement ionisant, des agents alkylants (comme les médicaments) ou par des virus. Une fois que l'ADN est endommagée, soit que la cellule commence immédiatement à croître ou qu'elle reste en dormance pour des décennies.

Étape de croissance

- Au cours de ce stade, la cellule connaît une croissance plus prononcée. Cette augmentation dans la croissance de la cellule cancéreuse peut être influencée par des contaminants agissant sur les hormones comme les BPC ou les dioxines, les pesticides tels le DDT, le lindane et le toxaphène ou par les métaux comme le plomb.

Étape de la progression

- On parle de progression lorsque les cellules cancéreuses atteignent d'autres parties de l'organisme. À ce stade, le système immunitaire

tente d'empêcher que le cancer ne se répande. Les composés immunosuppresseurs, tels les métaux, les contaminants agissant sur les hormones, et la fumée de tabac ambiante peuvent accélérer la multiplication des cellules cancéreuses.

Pourquoi mettre l'accent sur les enfants?

Les tissus qui se développent encore peuvent s'endommager plus facilement. La croissance et la migration des cellules, avant et après la naissance, peuvent être compromises suite à une exposition à des substances cancérogènes.

- Il ressort des études menées sur les animaux que l'âge auquel l'organisme est exposé pour la première fois à une substance chimique cancérogène a un lien direct avec la réaction carcinogène; un lien similaire est aussi observé chez les humains¹. Le cas le mieux connu est le cancer vaginal chez les jeunes femmes dont les mères avaient pris du diéthylstilboestrol (DES) pendant la grossesse.
- Chez les enfants, une exposition à des rayonnements n'est pas réversible comme c'est le cas chez les adultes. Un rayonnement ionisant peut avoir un effet sérieux sur le système nerveux qui se développe².

Est-ce que le cancer est une maladie commune?

Le cancer chez les enfants est plutôt rare, causant environ 200 décès annuellement au Canada. Il s'agit pourtant de la cause de décès la plus commune, après les blessures, parmi les enfants³. La plupart des cancers infantiles ont maintenant un pronostic relativement bon et il arrive souvent que les enfants arrivent à l'âge adulte.

- Bien que le taux de décès dû à des cancers infantiles ait diminué au cours des dernières décennies, l'incidence de la maladie a connu une augmentation entre 1965 et 1988. Il est possible qu'une partie de cette diminution du taux de décès soit attribuable à une meilleure

technologie de diagnostic, mais il y a lieu de considérer que l'augmentation de l'incidence de la maladie dépend de facteurs environnementaux.

- Le cancer est le plus fréquent dans le groupe d'âge de 0 à 4 ans. La plus grande diversité des types de cancer s'observe chez les nourrissons âgés de moins d'un an⁴. Le cancer le plus commun chez les enfants est la leucémie, représentant environ 32 % des nouveaux cas de cancer. Les cancers du cerveau et de la colonne vertébrale arrivent au deuxième rang, constituant environ 21 % des nouveaux cas tandis que les lymphomes représentent 12 % des nouveaux cas³.

Leucémie

- La leucémie est le type de cancer le plus répandu chez les enfants et c'est aussi le type que l'on a étudié le plus.
- La leucémie est un cancer du sang et des tissus hématopoïétiques. Il se caractérise par une surproduction de leucocytes immatures et atypiques dans la moelle des os, de la rate et dans les ganglions lymphatiques.

Qu'est-ce qui cause le cancer chez les enfants?

- Les causes du cancer sont floues. Toutefois, un certain nombre de facteurs de risque semblent intervenir. Des agents chimiques et infectieux, des facteurs génétiques et immunologiques contribuent à la détérioration cellulaire.
- Ces facteurs peuvent exercer leur influence à divers stades de développement, à savoir avant la conception, au cours de la grossesse et après la naissance.

Parmi les facteurs qui peuvent accroître le risque de cancer chez les enfants, notons l'exposition aux substances décrites ci-dessous.

Rayonnement ionisant et rayons X

- Il a été démontré que les thérapies du cancer par rayonnement augmentent le risque de leucémie. Dans une étude sur des jumeaux, le jumeau exposé aux rayons avait deux fois plus de risque de leucémie que la contrepartie qui n'avait pas été exposée⁵. Le lien entre les

retombées provenant des essais nucléaires et la leucémie ne fait pas encore l'unanimité⁶.

- Il ressort de certaines études que le fait d'habiter près d'une centrale nucléaire peut être associé à des grappes de cas de leucémie infantile. D'autres études cependant n'indiquent aucun lien. Lorsque les parents travaillent à une centrale nucléaire, il semblerait que les taux de leucémie infantile augmentent. D'autres études toutefois ne confirment pas cette observation.

Radon

- Le radon est un produit de décomposition radioactif du radium et l'on croit qu'il jouerait un rôle dans le développement de la leucémie infantile. Une association linéaire liée à l'exposition au radon et le cancer infantile a été démontrée. Il faut toutefois mener plus de recherches dans le domaine afin d'évaluer le rôle du radon dans le cancer chez les enfants.

Rayonnement non-ionisant

- Le rôle des champs électromagnétiques générés par les lignes et les appareils électriques dans le développement du cancer fait encore l'objet d'une controverse. Quelques études indiquent qu'on peut tracer une association entre le fait qu'un enfant ait été exposé à des champs électromagnétiques et la leucémie, bien que les études plus récentes ne permettent pas d'en arriver à cette conclusion. Il est difficile de mesurer le taux d'exposition et les résultats sont controversés⁶.

Déchets toxiques

- On a observé une grappe de cas de leucémie infantile au sein d'une population vivant près d'un site où se trouvaient des déchets toxiques. Certains chercheurs ont relié ce phénomène à la présence d'eau contaminée dans les puits, et d'autres chercheurs n'en sont pas arrivés au même constat⁷. On croyait qu'une contamination de l'eau potable de la ville avec les composés aromatiques polycycliques tels que le cancérigène benzo(a)pyrène ainsi que de grandes quantités d'arsenic et de chromium s'était produite entre 1920 et 1930 près d'une usine chimique.

Pesticides

Plusieurs pesticides causent le cancer chez les animaux de laboratoire. Les données sur les humains, provenant principalement des études sur les fermiers, indiquent que le fait d'être exposé à une gamme de pesticides dont les organochlorés et les organophosphates peut être relié à la leucémie.

- Les enfants vivant à la ferme sont exposés aux pesticides lorsqu'ils jouent dans les champs ou lorsqu'ils entrent en contact avec les vêtements de leurs parents. Lorsque la mère accomplit un travail agricole, on observe une augmentation modérée des taux de cancers.
- Le fait d'être exposé à des pesticides au travail ou à la maison peut être associé à la leucémie infantile.

Autres facteurs pouvant causer le cancer chez les enfants

- **Tabagisme des parents.** Selon une étude récente, le risque de leucémie infantile peut augmenter lorsque les deux parents fument. Cette conclusion est encore controversée.
- **Exposition aux médicaments,** soit avant la naissance ou pendant l'enfance.

Exposition pendant l'enfance menant à un cancer à l'âge adulte

- **Coups de soleil.** Le nombre de coups de soleil provoquant un cloquage de la peau avant l'âge de 20 ans, surtout chez les enfants à la peau pâle, est un facteur déterminant clé du mélanome plus tard dans la vie⁸.

Que peut-on faire?

Recherches

- Il existe peu de causes environnementales clairement établies du cancer infantile et les observations pour ce qui est des facteurs de risque tels que les champs électromagnétiques, les pesticides et le radon ne sont pas concluantes à l'heure actuelle. Il faut donc continuer la recherche dans le domaine et en arriver à mieux quantifier les risques.
- D'autres facteurs de risque comme le revenu, la scolarité, le faible poids de naissance, l'alimentation, le tabagisme et certains modes d'exposition reliés au travail ont été suggérés et il faut approfondir les recherches en vue d'évaluer la contribution des facteurs génétiques et environnementaux.

Type de cancer selon le type d'exposition				
Type d'exposition	Domage causé	Personne exposées	Endroits où l'exposition a lieu	Types de cancer soupçonnés
rayonnement - rayons X - composés radioactifs	début	père mère enfant	hôpital maison réacteurs nucléaires	leucémie, cancer de la thyroïde, du cerveau, du sein ^a , de la peau ^a , mélanome ^a , sarcome des tissus mous ^a , ostéosarcome
champs électromagnétiques	stimulation de la croissance cellulaire	père mère enfant	maison école travail	leucémie ^b , cancer du cerveau ^b , lymphome ^b , sarcome des tissus mous ^b
pesticides	début croissance progression	père mère enfant	industries agricoles maison école	leucémie, cancer du cerveau, neuroblastome, sarcome de Ewing, tumeur de Wing ^b , lymphome ^b
médicaments - diéthylstilboestrol - phénytoïne - agents alkalants - chloramphénicol - traitement aux agents immunosuppresseurs	début croissance progression	mère enfant		cancer du vagin ^a , neuroblastome ^b , leucémie ^b , sarcome des tissus mous ^b , lymphome non-hodgkinien, maladie de Hodgkin
fumée de tabac ambiante	début croissance progression	père mère enfant	maison garderie	leucémie, lymphome ^c
virus Epstein-Barr	début	enfant		lymphome de Burkitt

^a Se développe habituellement à l'âge adulte.

^b Conclusions encore inconstantes ou préliminaires.

^c Fumer des cigarettes est sans équivoque relié au cancer des poumons. Les constatations à l'heure actuelle pour ce qui est du tabagisme secondaire chez les enfants comme agent causal du cancer du poumon plus tard à l'âge adulte ne sont pas encore concluante.

adapté du Zahm 1995⁶

- Des tendances spécifiques en fonction de l'âge dans la fréquence des cancers devraient être étudiées pour que l'on puisse comprendre la contribution des facteurs génétiques et environnementaux.

Éducation auprès des professionnels

- Les intervenants du secteur de la santé devraient conseiller aux parents et aux futurs parents d'éviter de se trouver exposés aux contaminants de l'environnement et de faire en sorte que leurs enfants n'y soient pas exposés non plus.
- Il faudrait encourager les parents à cesser de fumer.
- Il importe que les intervenants de la santé con-

naissent les risques d'exposition au rayonnement, aux produits chimiques industriels, aux pesticides et aux champs électromagnétiques.

Éducation auprès des familles

- Éviter de se trouver exposé directement à la lumière solaire à un jeune âge et utiliser des crèmes solaires.
- Éviter de faire usage de tabac.
- Consommer de l'alcool avec modération.
- Avoir une alimentation avec une faible teneur en gras animal, manger plus de fruits et de légumes.

Références

1. McConnell EE. Comparative responses in carcinogenesis bioassays as a function of age at first exposure. In: Similarities and Differences between children and adults. Implication for risk assessment. (Guzelian PS, Henry CJ, Olin SS, eds). Washington: ILSI Press, 1992;66-78.
2. Bearer CF, How are children different from adults. [Review] Environ Health Perspect 1995;103 Suppl. 6:7-12.
3. National Cancer Institute of Canada: Canadian Cancer Statistics 1996, Toronto, Canada, 1996
4. Hutchcroft S, Clarke A, Mao Y, Desmeules M, Dryer D, Hodges M, Lecler J-M, McBride M, Pelletier W, Yanofsky R, THIS BATTLE WHICH I MUST FIGHT Cancer in Canada's Children and Teenagers Ottawa: Supply and Services Canada, 1996.
5. Harvey EB, Boice JD Jr, Honeyman M, Flannery JT. Prenatal X-ray exposure and childhood cancer in twins. N Engl J Med 1985;312:541-5.
6. Zahm HS, Devesa SS. Childhood cancer: overview of incidence trends and environmental carcinogens. Environ Health Perspect 1995;103(6):177-184.
7. Lagakos SW, Wessen BJ, Zeln M. An analysis of contaminated well water and health effects in Woburn, Mass. J Am Stat Assoc 1986;81:583-596.
8. Weinstock MA, Colditz GA, Willett WC, Stampfer MJ, Bronstein BR, Mihm MC Jr, Speizer FE. Non familial cutaneous melanoma incidence in women associated with sun exposure before 20 years of age. Pediatrics 1989;84:199-204.

L'allaitement maternel, c'est ce qu'il y a de mieux et de plus sécuritaire

Pourquoi l'allaitement maternel?

On convient généralement que l'allaitement maternel est la meilleure façon de nourrir le bébé pour la première année de la vie ou plus. Depuis 1978, l'Organisation mondiale de la santé et Santé Canada ont fait de l'allaitement maternel un de leurs objectifs les plus importants¹.

- L'allaitement maternel est reconnu par le Comité canadien sur l'allaitement comme étant un apport nutritif, immunologique et affectif sans parallèle nécessaire à la croissance et au développement du nourrisson et à la protection contre les maladies respiratoires, les otites moyennes, les gastro-entérites et le syndrome de la mort subite du nourrisson².
- Parmi les avantages de l'allaitement maternel observés après la petite enfance, notons une protection contre les cancers infantiles, le diabète insulino-dépendant, les allergies et la maladie de Crohn en plus d'une amélioration du développement cognitif et d'une diminution du nombre de troubles d'apprentissage².
- Un allaitement maternel exclusif pendant les six premiers mois de la vie du bébé le protégera contre les effets de diverses maladies³.

Comment le lait maternel se contamine-t-il?

Il y a lieu de s'inquiéter du fait que la chaîne alimentaire est contaminée aux polluants provenant des produits agricoles et industriels.

- Les composés liposolubles non dégradables tels que les composés organochlorés, organométalliques ou les BPC ainsi que les dioxines s'accumulent dans la nourriture. Par exemple, la concentration de BPC dans le plancton végétal est de 0.0025 parties par million (ppm), dans le lançon la concentration s'élève à 1 ppm, tandis que les oeufs du goéland argenté en contiennent 124 ppm. Ceci indique que la concentration du contaminant

augmente d'environ 50 000 fois au fur et à mesure qu'il s'infiltré dans la chaîne alimentaire⁴.

- Les composés liposolubles absorbés par la mère peuvent s'accumuler dans le lait maternel et passer à l'enfant⁵. Deux études comparatives sur le lait maternel chez les femmes Inuit de la côte Est de la Baie d'Hudson révèlent que les niveaux de BPC dans le lait maternel étaient cinq fois plus élevés que chez les femmes du sud du Québec^{6,7}. Les Inuit du Nord canadien ont un apport élevé de BPC dans leur alimentation en raison des poissons, de la viande de phoque et de baleine dont se compose principalement leur alimentation. Ces animaux ont beaucoup de gras et se trouvent à l'extrémité de la chaîne alimentaire⁸.
- On n'a pas encore pleinement répondu aux questions soulevées par les niveaux de contaminants mesurés dans l'Arctique et leurs effets sur la santé.
- Depuis les années 70, les contaminants tels que les BPC et les pesticides organochlorés présents dans le lait maternel ont connu une chute⁹.
- Bien que l'on se préoccupe encore de la présence de contaminants dans le lait maternel, on s'entend pour dire que l'allaitement maternel est une pratique qu'il ne faudrait pas proscrire. Tout au contraire, on conseille fortement aux professionnels de la santé de continuer à appuyer l'allaitement et à mettre en valeur cette pratique en raison des avantages qui contrebalancent les risques^{8,10}. Les bébés nourris au sein et ceux qui sont nourris à la bouteille ne grandissent pas de la même façon; les bébés nourris au sein n'accumulent pas autant de gras que ceux qui sont nourris à la bouteille, mais par contre ils sont plus robuste. Les solutions de rechange ne sont pas elles non plus dépourvues de contaminants³.

Pourquoi mettre l'accent sur les enfants?

Les êtres humains qui se développent - dans le ventre de la mère ou jusqu'à la puberté - ont une sensibilité particulière aux toxicants de l'environnement¹¹.

- Les nourrissons et les enfants diffèrent des adultes pour ce qui est de leur capacité de métaboliser, de détoxifier et d'éliminer les substances chimiques toxiques¹².
- L'alimentation de plusieurs nouveau-nés se limite pas au lait. En 1990, les statistiques nationales indiquaient qu'une majorité des mères (80 %) allaitaient initialement et que près de 25 % des femmes âgées de 25 à 34 ans et 37 % des femmes âgées de 35 à 44 ans ont affirmé avoir allaité leur bébé pendant plus de six mois¹³.

Contaminants vedettes et leurs effets

Plusieurs substances présentes dans le lait maternel peuvent être absorbées par le bébé, notamment les produits pharmaceutiques, les doses élevées de vitamines et les aflatoxines.

- Les nourrissons sont exposés à la nicotine et à d'autres composés émanant de la fumée de cigarettes par le biais du lait maternel¹⁴.
- Une étude menée en Hollande indique que de faibles anomalies immunologiques négatives causées par des dioxines du lait maternel sont contrebalancées par les avantages immunologiques du lait maternel, tandis qu'une étude américaine ne permettait pas de conclure à un effet des BPC du lait maternel sur les anomalies neurologiques du développement chez les enfants^{8,15}.
- Les niveaux de mercure présent dans le lait maternel se comparent à ceux observés dans le sang de la mère et du cordon ombilical¹⁶. Une exposition au mercure peut être à l'origine des troubles de la vue, du comportement et du développement¹⁷.
- Les solvants utilisés dans l'industrie du nettoyage à sec peuvent causer la jaunisse et contribuent à l'augmentation du taux de cancer chez les nourrissons.
- Les aflatoxines peuvent causer du tort au foie et aux reins.

Que peut-on faire?

Besoins en matière de recherches

- Définir les niveaux de consommation qui sont sécuritaires pour les nourrissons et les enfants.
- Appuyer les études sur les mères qui allaitent en vue d'en arriver à une meilleure compréhension des contaminants et de leurs effets.
- Surveiller les concentrations de contaminants présentes dans les populations qui vivent de la pêche et de la chasse et au sein des Premières nations.

Éducation auprès des familles

Les mères allaitantes et leur famille peuvent minimiser les effets des contaminants en :

- évitant ou limitant leur apport en gibier ou en poisson provenant des endroits réputés pour être contaminés
- évitant d'utiliser des pesticides et de s'y exposer
- lavant et en pelant les fruits et les légumes
- évitant les diètes intensives ou les baisses de poids excessives puisque ces pratiques dégagent les toxines des tissus adipeux et les libèrent dans le sang de la mère et puis dans le lait maternel¹⁸.

Éducation auprès des professionnels de la santé

- Les professionnels de la santé doivent fournir du matériel éducatif qui explique comment on peut éviter de s'exposer aux contaminants.
- Travailler en collaboration avec d'autres organismes dans le but d'élaborer d'autres documents d'information.
- Renseigner les mères sur les risques de prendre des médicaments au cours de la période d'allaitement, qu'il s'agisse de médicaments sur ordonnance ou de médicaments en vente libre.

Références

1. Watters N, Hodges S. Lignes directrices nationales sur l'allaitement maternel. Ottawa: Institut canadien de la santé infantile, 1996.
2. Breastfeeding Committee for Canada. Breastfeeding Statement of the Breastfeeding Committee for Canada. Ottawa: 1996.
3. Newman J. Pollutants in Breast milk-Advise Formula? Toronto: The Doctors Hospital, 1996.
4. Colburn T, vom Saal F, Soto A. Developmental effects of endocrine-disrupting chemicals in wildlife and humans. Environ Health Perspect 1993;101(5):378-84.
5. Kacew S. Adverse effects of drugs and chemicals in breast milk on the nursing infant. J Clin Pharm 1993;33:213-21.
6. Dewailly E, Nantel A, Bruneau A, Laliberte C, Ferron L, Gingras S. Breast milk of Inuit women from Arctic Quebec. Bull Environ Contam Toxicol 1989;43(1):641-6.
7. Dewailly E, Ryan JJ, Lahiberte C, Bruneau S, Weber JP, Gingras S, Carrier G. Exposure of remote maritime populations of coplanar PCBs. Environ Health Perspect 1994;102 Suppl:205-9.
8. Rogan W. Pollutants in breast milk. Arch Pediatr Adolesc Med 1996;150:981-90.
9. Newsome WH, Davies D, Doucet J. PCB and organochlorine pesticides in Canadian human milk - 1992. Chemosphere 1995;30 (11):2143-2153.
10. LaLeche League Canada. News Release-Support for breastfeeding. Chesterville: LaLeche League Canada, 1991.
11. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Healthy Children- Toxic Environments (Draft). Atlanta, Ga. 1997.
12. Bearer CF. How children are different from adults. Environ Health Perspect 1995;103 Suppl. 6:7-12.
13. La santé des enfants du Canada: Profil de l'ICSI, 2^{ème} édition. Ottawa: Institut canadien de la santé infantile; 1994. p33.
14. Schulte-Hobein B, Schwartz-Bickenback D, Abt S, Plum C, Nau H. Cigarette smoke exposure and development of infants through the first year of life: influence of passive smoking and nursing on nicotine levels in breast milk and infant's urine. Acta Paediatr 1992;81(6-7):550-7.
15. Weisglas-Kuperus N, Sas TCJ, Koopman-Esseboom C, Van der Zwan CW, de Ridder MAJ, Beishuizen A, Hooijkass H, Saure PJJ. Immunological effects of background perinatal and post natal exposure to dioxins and polychlorinated biphenyls in Dutch infants. Pediatr Res 1996 (In Press).
16. Skerfving S. Mercury in women exposed to methylmercury through fish consumption, and in their newborn babies and breast milk. Bull Environ Contam Toxicol 1988;41:475-482.
17. Rice DC. Neurotoxicity of lead, methylmercury, and PCBs in relation to the Great Lakes. Environ Health Perspect 1995;103 Suppl. 9:71-87.
18. Rogan WJ, Gladen BC. PCBs, DDE, and child development at 18 and 24 months. Ann Epidemiol 1991;1:407-413.

Période avant la conception et anomalies de la fonction de reproduction

Pourquoi mettre l'accent sur la période avant la conception?

Une exposition aux toxicants peut influencer sur la capacité des futurs parents de donner naissance à des enfants et sur le développement de ces derniers. Plusieurs facteurs peuvent causer du tort aux spermatozoïdes et aux ovocytes, nuisant ainsi à la fonction de la reproduction. Le tort causé peut survenir à n'importe quel moment jusqu'au moment même de la conception.

- Au cours du stade fœtal, les toxicants peuvent nuire à la formation de l'appareil génital chez la femme et causer du tort aux ovocytes qui se forment à ce moment-là. Une exposition aux toxicants peut également nuire à la reproduction tout au long des années où la femme peut procréer. Les composés chlorés qui ne se biodégradent pas et qui agissent sur le système hormonal ainsi que les métaux tels le plomb peuvent s'accumuler dans l'organisme et exercer leurs effets au moment de la grossesse alors que les demandes accrues d'énergie font en sorte que ces substances sont libérées dans l'organisme.
- Chez les hommes, les toxicants (en particulier les substances agissant sur le système hormonal) peuvent affecter la formation de l'appareil génital au cours du stade fœtal. De plus, chez l'adulte, une exposition aux toxicants peut nuire aux organes génitaux, surtout pour ce qui est de la production des spermatozoïdes.
- Chez l'homme et la femme, certains facteurs, notamment la malnutrition, le tabagisme, la consommation d'alcool, les médicaments ainsi que les infections, peuvent nuire à la fonction de la reproduction.

Quels effets peut-on voir?

On se rend de plus en plus compte que le fait d'être exposé aux toxicants et au rayonnement en milieu de travail ou dans le milieu ambiant peut avoir des effets néfastes¹ sur la reproduction, notamment :

- une fertilité affaiblie chez l'homme et la femme
- une augmentation de la possibilité d'avoir une fausse couche
- une anomalie du développement du fœtus et du nouveau-né, y compris les malformations et le faible poids de naissance.

Troubles de la fonction de reproduction chez la femme

Le système reproducteur de la femme est sensible au rayonnement et aux toxicants de l'environnement. Toutefois, on ne connaît que peu le lien entre le fait d'être exposée aux toxicants et les anomalies des ovocytes, en partie parce que les ovocytes, contrairement aux spermatozoïdes, sont difficiles à prélever.

- Selon certaines indications, les hormones jouent un rôle important dans le développement des organes génitaux au cours du stade fœtal. Le développement de ces organes peut être entravé par des substances agissant sur le système hormonal, notamment les BPC et les dioxines. En outre, la qualité des ovocytes formés au cours du stade fœtal peut être compromise³.
- On a constaté que les femmes exposées aux solvants organiques tels les disulfures de carbone peuvent subir des changements dans leur cycle menstruel. On ne connaît pas comment les substances agissant sur le système hormonal affectent le cycle menstruel.

Troubles de la fonction de reproduction chez l'homme

Chez l'homme, plusieurs toxicants peuvent causer des problèmes d'infertilité (aucun spermatozoïde, spermatozoïdes non viables ou impuissance) ou un affaiblissement des spermatozoïdes (ce qui accroît les possibilités d'avortement spontané et les risques d'anomalies chez les enfants)².

- On a établi un lien entre le tabagisme et la consommation d'alcool et l'impuissance, une diminution du décompte des spermatozoïdes et des anomalies dans les spermatozoïdes.

- Des anomalies dans le développement des organes sexuels peuvent se produire suite à une exposition du fœtus mâle aux substances agissant sur le système hormonal tels les BPC, les dioxines ou les pesticides chlorés.
- On a établi un lien entre un plus petit décompte de spermatozoïdes et une exposition à des niveaux élevés de rayonnement, aux métaux tels le cadmium et le plomb ainsi qu'aux pesticides comme le chlordane ou le DBCP. Un plus faible décompte de spermatozoïdes peut être à l'origine d'un problème d'infertilité.
- Les anomalies dans les spermatozoïdes (forme anormale et (ou) aberration chromosomique) sont associées à une exposition au rayonnement, aux pesticides, aux métaux lourds et aux solvants organiques tels les disulfures de carbone. Par exemple, les hommes qui sont exposés au plomb et au mercure en milieu de travail subissent des perturbations à la production de spermatozoïdes en fonction de la dose en question. Une qualité affaiblie des spermatozoïdes peut être à l'origine d'un avortement spontané, des anomalies congénitales et d'un plus grand risque de maladies chroniques.

Contaminants donnant lieu à des inquiétudes

Une grande gamme d'agents peuvent nuire à la fonction de la reproduction. La chaleur, les vibrations, le tabac, l'alcool, les médicaments, les produits chimiques incluant les métaux lourds tels que le plomb et le cadmium, les pesticides et les solvants organiques; tous ces facteurs sont réputés avoir un effet sur la fonction de la reproduction⁴. Le US Reproductive and Developmental Toxicants Report a cerné 30 contaminants de l'environnement qui sont en fait des toxicants⁵ nuisant à la reproduction et au développement. La majorité de ces toxicants sont identifiés en page 25.

Il est difficile de déterminer la mesure dans laquelle l'exposition aux contaminants nuit à la fonction de reproduction en raison des facteurs suivants.

- Il est difficile de mesurer l'exposition aux toxicants qui agissent sur le système reproducteur.
- Il arrive rarement qu'il n'y ait qu'un seul contaminant et les effets cumulés et synergiques ont

rarement fait l'objet d'études.

- La plupart des données sur la gènesotoxicité proviennent des études menées sur les animaux. Ces études se sont penchées sur la spermatogénèse, la fertilité, le développement des organes sexuels et le comportement sexuel. Les études sur les humains se sont concentrées sur les anomalies congénitales et les fausses couches rendant ainsi toute comparaison plutôt difficile.

Que peut-on faire?

Recherches

Il importe d'être en mesure de cerner les polluants chimiques dans les tissus humains. Il faut en outre que les recherches étudient les effets sur la gènesotoxicité.

Éducation auprès des familles

Le tort fait aux organes reproducteurs causé par des contaminants de l'environnement est difficile à réparer ou à corriger. Il importe donc de se tourner vers la prévention. Pour que celle-ci soit efficace, elle doit faire intervenir le père et la mère. On suggère notamment de:

- favoriser une meilleure compréhension des possibilités d'exposition aux substances chimiques en milieu de travail, puisque celles-ci peuvent avoir des effets à long terme sur la fonction de la reproduction. Ceci revêt une grande importance tant pour les hommes que pour les femmes. Il faut éviter d'être exposé aux solvants organiques, aux pesticides et au rayonnement dans le milieu de travail.
- éviter de consommer de l'alcool et du tabac avant et pendant la grossesse, qu'il s'agisse du père ou de la mère; et
- diminuer la consommation de viande et de poisson, surtout les matières grasses qui s'y trouvent puisqu'elles peuvent être contaminées aux métaux et aux substances qui agissent sur le système hormonal.

Éducation auprès des professionnels de la santé

- Élaborer des cours portant sur les effets d'une exposition aux contaminants en milieu de travail sur la santé gènesique, et ce tant au premier cycle qu'au cycle supérieur.

- Encourager les professionnels de la santé à obtenir des renseignements précis et à jour sur les emplois antécédents de leurs patients.
- Les professionnels spécialisés en santé dans le milieu de travail devraient collaborer avec les facultés de médecine, de nursing et les autres établissements afin d'élaborer du matériel éducatif approprié.

Contaminants ayant des effets nuisibles avant la conception et influant sur le développement de la fonction de reproduction			
Toxicants	Sexe	Effets	Sources
Métaux - plomb - mercure méthylé - cadmium	&	fertilité affaiblie troubles menstruels avortement spontané	soudure tuyauterie de plomb batteries peinture céramique émissions des fonderies
	%	fertilité affaiblie anomalies des spermatozoïdes	
Contaminants agissant sur le système hormonal - BPC/dioxines - DDE, DDT - hexachlorophène phtalates	&	fertilité affaiblie troubles menstruels avortement spontané endométriose cancer du sein	produits isolants, incinérateurs, pâtes et papiers, plastiques
	%	fertilité affaiblie faible décompte de spermatozoïdes cancer des testicules et de la prostate	
Autres pesticides - DBCP	%	faible décompte de spermatozoïdes infertilité	puits contaminé agriculture manufactures
Solvants - disulfures de carbone	%	impuissance faible décompte de spermatozoïdes infertilité	textiles
Monomère vinylique	&	fertilité affaiblie aberration chromosomique avortement spontané	manufactures de plastique
Gaz - oxydes nitreux - oxydes d'éthylène	&	fertilité affaiblie avortement spontané	gaz anesthésique hôpital
Rayonnement	&	aberration chromosomique avortement spontané	cabinet du médecin et du dentiste industrie de l'électronique industrie nucléaire
	%	aberration chromosomique sterilité	
Alcool	&	anomalies des facultés mentales	boissons alcoolisées
	%	impuissance fertilité affaiblie aberration chromosomique	
Fumée de tabac	&	avortement spontané faible poids de naissance	tabagisme fumé de tabac ambiante
	%	impuissance fertilité affaiblie	

Références

1. NIOSH Reproductive Hazards in the Workplace Bibliography, Cincinnati: US Department of Health and Human Services, 1994.
2. Safe, SH. Environmental and dietary estrogens and human health: is there a problem? *Environ Health Perspect* 1995;103:346-351.
3. Kamrin MS, Carney EW, Chou K, Cummings A, Dostal LS, Harris C, Henck JW, Loch-Caruso R, Miller RK. Female reproductive and developmental toxicology: overview and current approaches. [Review] *Toxicol Lett* 1994;74:99-119.
4. Foster WG, Rousseaux CG. The reproductive toxicology of Great Lakes Contaminants. [Review] *Environ Health Perspect* 1995;103 Suppl. 9:63-69.
5. United States General Accounting Office. Reproductive and Developmental Toxicants - Regulatory Actions Provide Uncertain Protection. (GAO/PEMD-92-3) October 1991. p88-92.

Exposition aux contaminants avant la naissance et leurs effets sur la fonction de la reproduction

Importance de la période prénatale

C'est à la conception et au cours du développement du fœtus que le cerveau, le système nerveux central et les organes sont le plus sensible aux contaminants, et ce en raison de la rapidité de la croissance qui se produit pendant cette période. La barrière hémato-encéphalique, le mécanisme de protection entre la circulation générale et le cerveau, ne se complète que douze mois après la naissance. Étant donné que la croissance et le développement ne se produisent pas de façon linéaire et homogène, il existe plusieurs situations où les organes en développement peuvent subir des dommages.

De plus en plus de recherches se penchent sur l'association entre l'exposition aux contaminants avant la naissance et un gamme variée d'effets sur l'organisme, notamment :

- les avortements spontanés
- le faible poids de naissance et la prématurité
- les anomalies congénitales
- le cancer
- les effets neurologiques
- les effets sur les systèmes endocrinien et immunitaire

Contaminants

- Plusieurs facteurs peuvent nuire à la santé de l'enfant, y compris les infections, l'âge précoce de la mère, l'alimentation, la scolarité de la mère, le statut socio-économique, le stress et les soins prénatals.
- Des études ont démontré que les contaminants de l'environnement comme le plomb et le mercure méthylé ont des effets nuisibles sur la reproduction et le développement du fœtus. Les jeunes filles qui absorbent des quantités excessives de plomb au cours de leur enfance emmagasinent ce métal dans leurs os. Au cours de la grossesse, le plomb est dégagé des os et traverse le placenta, atteignant ainsi le fœtus.

- Les biphényles polychlorés (BPC) et les dioxines constituent un groupe de substances chimiques qui peuvent nuire à la reproduction particulièrement chez les enfants des femmes qui ont consommé de grandes quantités de poisson contaminé aux BPC¹.
- Il semblerait qu'il existe un lien entre des niveaux de plomb dans le sang de la mère et du cordon ombilical de 10-15ug/dl et un raccourcissement de la période de gestation et une diminution de poids à la naissance².
- Une irradiation élevée peut avoir un effet dévastateur sur le fœtus en croissance.

Effets nuisibles de l'exposition aux contaminants avant la naissance

- Une exposition aux contaminants qui se produit après la conception peut entraîner le décès du fœtus, des anomalies congénitales, un faible poids de naissance et la prématurité, des déficiences au niveau du développement et du comportement et le cancer.
- Parmi les autres effets nuisibles possibles, notons les effets immunotoxiques et l'action entravée de certaines hormones.
- Certains risques posés à la fonction de reproduction ont été notés dans les cas d'exposition à des niveaux élevés de contaminants mais il est difficile d'évaluer l'effet d'une exposition à des niveaux moindres sur de longues périodes.

Faible poids de naissance et prématurité

- Plusieurs études basées sur des recherches épidémiologiques portant sur les populations qui se nourrissent de poisson provenant des Grands Lacs ont examiné l'association possible entre les longues périodes et l'exposition à des faibles niveaux de BPC, de mercure méthylé et de DDE. Ces études font état d'une diminution du poids de naissance, de la circonférence de la tête et de la période de gestation³.

Toutefois, d'autres études n'arrivent pas aux mêmes conclusions.

Effets sur le développement et effets neurologiques

- Les sinistres environnementaux qui se sont produits au Japon et en Iraq, au cours desquels les enfants au stade fœtal ont été exposés à des niveaux élevés de mercure méthylé ont entraîné des cas d'anomalies des réflexes, une diminution du tonus moteur et des anomalies dans le développement moteur⁴.
- Une exposition au mercure méthylé pendant le développement prénatal a été associée à des effets tels que la cécité, la surdité, les attaques, des anomalies des réflexes, un retard de développement moteur et à des effets sur l'apprentissage, la mémoire ainsi que des effets psychologiques⁵. Ces conclusions n'ont pas été confirmées par l'étude canadienne portant sur l'exposition prénatale au mercure méthylé chez la population autochtone⁶.
- Le plomb est particulièrement toxique pour le fœtus qui se développe. Des études épidémiologiques ont fourni des preuves constantes qu'une exposition prénatale au plomb même aussi faible que 2-15µg/dl dans le sang peut donner lieu à des effets nuisibles sur le développement, le comportement neurologique, la psychomotricité et sur le développement cognitif, notamment un faible quotient intellectuel⁷.
- Plusieurs études portant sur des nouveau-nés ayant été exposés avant la naissance à de faibles niveaux de BPC indiquent que l'exposition peut avoir des effets nuisibles sur le développement et sur le comportement neurologique. Les études sur les populations se nourrissant de poisson des Grands Lacs révèlent que les effets sur le développement du fœtus et de l'enfant varient allant des changements subtiles de comportement au tort neurologique évident. Il a été démontré qu'une exposition à de faibles niveaux de BPC peut produire une diminution du tonus musculaire, un affaiblissement des réflexes à la naissance, à une diminution de la reconnaissance visuelle et à des troubles de la parole. Cependant, les études menées jusqu'à présent arrivent à des résultats conflictuels ou peu concluants⁷.

Cancer

- Une irradiation à faible dose avant la naissance peut être associée à une faible augmentation des cas de leucémie. Une étude portant sur des jumeaux révèle que l'enfant irradié était deux fois plus susceptible d'avoir la leucémie que l'autre jumeau qui n'avait pas été irradié⁸. Toutefois, cette association peut être attribuée à des facteurs de sélection pour les rayons X d'avant la naissance.
- Une exposition prénatale aux pesticides (chlor-dane) a été associée au neuroblastome et à la leucémie infantile⁹.
- On a établi un lien entre une exposition prénatale aux pesticides attribuable à un travail dans une ferme et la leucémie, le cancer de cerveau et le sarcome de Ewing⁹.

Que peut-on faire?

Recherches

- Il faut mener d'autres recherches sur les situations où les femmes enceintes ou celles qui sont en âge d'avoir des enfants sont exposées à des contaminants.
- Il faut examiner davantage les effets à long terme des contaminants sur le développement neurologique.
- Les tests et l'évaluation des toxicants devraient tenir compte de la plus grande sensibilité du fœtus. Il faut en outre améliorer les méthodes de détection et de mesure de la toxicité affectant le développement intra-utérin.
- Il faudrait dresser une liste de substances chimiques de l'environnement dont on soupçonne sérieusement qu'elles affectent la reproduction et le développement.

Éducation auprès des familles

- Le milieu dans lequel évolue la mère ainsi que son comportement sont d'importants déterminants pour ce qui est des risques d'exposition du fœtus. Il faut mettre sur pied des programmes d'éducation à l'intention des familles visant à les aider à réduire les situations d'exposition aux contaminants.

Éducation auprès des professionnels

- Recommander aux femmes enceintes et à celles qui sont en âge d'avoir des enfants d'éviter les situations où elles sont exposées au plomb et au mercure méthylé, aux BFC et aux dioxines.
- La prévention des situations d'exposition aux contaminants peut nécessiter qu'on procède à des campagnes de sensibilisation du grand public.

Références

1. Rogon WJ, Gladen BC, McKinney JD, Carreras N, Hardy P, Thullen J, Tingelsted J, Tully M. Neonatal effects of transplacental exposure to PCBs and DDE. *J Pediatr* 1986;109:335-341.
2. ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). The nature and extent of lead poisoning in children in the United States. A report to Congress, Atlanta: ATSDR, 1988.
3. Fein GG, Jacobson JL, Jacobson SW, Schwartz PM, Dowler JK. Prenatal exposure to polychlorinated biphenyls: Effects on birth size and gestational age. *J Pediatr* 1984;105:315-320.
4. Rodier PM. Developing brain as a target of toxicity. *Environ Health Perspect* 1995;103 Suppl. 6:73-76.
5. Bulletin D'information en Santé Environnemental. Les effets chez le nouveau-né et l'enfant de l'exposition prénatale aux oranochlorés et au mercure. Gina Muckle ed. Juillet 1995;6 (4).
6. Gilbert SG, Grant-Webster KS. Neurobehavioural effects of developmental methylmercury exposure. *Environ Health Perspect* 1996;103 Suppl. 6:135-142.
7. Rice DC. Lead induced changes in learning. Evidence for behavioural mechanisms from experimental animal studies. *Neurotoxicol* 1993;14:167-178.
8. Harvey EB, Doice JD, Honeyman M. Jr, Flannery JT. Prenatal X-Ray exposure and childhood cancer in twins. *N Engl J Med* 1983;312:541-5.
9. Zahm SH, Devesa SS. Childhood cancer: overview of incidence trends and environmental carcinogens. *Environ Health Perspect* 1995;103 Suppl. 6:177-184.

Effets des neurotoxiques sur le développement neurologique

Qu'entend-on par effets neurologiques?

- Un agent toxique peut affecter le développement du système nerveux de plusieurs façons, incluant une modification de la structure cellulaire, de la prolifération, de la différenciation, de la migration des cellules. En plus, un agent toxique peut affecter la croissance du dendrite et de l'axone, le développement des systèmes neurochimiques et la formation des synapses et de la myélination. On peut s'attendre à ce que n'importe quels de ces effets nuise à un ou à plusieurs processus du développement et qu'il contribue à des anomalies neurologiques du développement.
- Des dommages causés à un cerveau qui n'est pas encore arrivé à maturité peuvent entraîner une déficience mentale, des troubles du développement du langage, des troubles d'apprentissage, des troubles psychomoteurs, des troubles du comportement et de l'attention causés par des sources organiques et des malformations structurelles comme la spina-bifida. Tous ces troubles proviennent de causes neurologiques.

Pourquoi mettre l'accent sur les enfants?

- La sensibilité particulière du fœtus, des nourrissons et des enfants aux substances neurotoxiques a de quoi nous inquiéter puisque ces substances peuvent causer des changements progressifs ou irréversibles ayant trait au développement neurologique et au comportement neurologique.
- L'effet des toxicants sur le cerveau dépend du moment où celui-ci y est exposé. Le développement du cerveau se poursuit au cours de la grossesse et continue au cours des deux premières années de la vie et même au-delà. Les systèmes qui se développent rapidement sont plus sensibles et les agents toxiques affectent ces processus en développement au

moment de l'exposition. Les neurones ne se régénèrent pas, et la barrière hémato-encéphalique ne se complète qu'après la première année de la vie.

Qu'est-ce qui cause les troubles neurologiques du développement?

- Plusieurs facteurs physiques et sociaux peuvent contribuer aux troubles neurologiques du développement chez les enfants. Il semble de plus en plus clair que l'exposition aux contaminants (médicaments, pesticides, contaminants domestiques et industriels, additifs alimentaires et métaux) au cours de la période avant et après la naissance peut nuire au développement neurologique normal.

L'exposition à de telles substances peut produire des effets nuisibles sur le développement neurologique, incluant

- la déficience mentale
- les troubles d'apprentissage
- les déficiences de l'attention
- les anomalies de l'ouïe, incluant la surdité
- les troubles moteurs
- les troubles du comportement

Contaminants libérés dans l'environnement

De nos jours, il y a plus de 70 000 substances chimiques utilisées commercialement. Très peu d'entre elles ont été soumises à des tests pour vérifier leur effet possible sur le développement et le fonctionnement du cerveau. Les enfants risquent d'être exposés à au moins quatre groupes de substances, à savoir les métaux, les pesticides neuroactifs, les substances agissant sur les hormones et les médicaments.

MÉTAUX

Plomb

- La mondialisation des échanges commerciaux signifie que les produits de consommation, lesquels peuvent contenir du plomb, tels que les crayons, les jouets, les stores vénitiens et la vaisselle peuvent être importés au Canada ou achetés par des Canadiens à l'étranger. Les niveaux de plomb dans le sang aussi faibles que 10 µg/dl sont associés à des effets nuisibles et il ne semble pas y exister de seuil évident pour le plomb¹. Parmi les effets nuisibles, notons un affaiblissement des facultés intellectuelles, de la fonction neurocomportementale et de l'ouïe.
- Le plomb est particulièrement néfaste pour le cerveau et le système nerveux qui se développent chez le fœtus et le jeune enfant.

Parmi les modes d'exposition du plomb, notons les suivants:

Eau

- eau du robinet
- tuyauterie à base de plomb

Air

- sources des industries locales
- passe-temps, artisanats et loisirs
- exposition au travail
- fumée de tabac ambiante

Aliments

- fruits et légumes provenant de sols contaminés
- céramique et verrerie
- conserves soudées au plomb
- préparation pour nourrissons

Sols et poussières / peinture

- ingestion de sol contaminé
- terre et poussière dans la maison
- éclats et poussière de peinture provenant de la détérioration ou de la rénovation d'édifices
- stores vénitiens importés (avant 1997)

Mercuré

- Le mercure méthylé est la forme de mercure la plus neurotoxique. Les femmes enceintes qui ont été exposées par accident à cette substance ont donné naissance à des enfants

ayant de sérieux troubles neurologiques du développement². Les effets des faibles niveaux de mercure méthylé sur le fœtus et sur les enfants ne sont pas connus.

- Le mercure méthylé s'accumule dans les organismes vivants et on le retrouve principalement dans le poisson et les mammifères marins vivant dans les eaux contaminées au mercure.
- On le retrouve également dans certains fongicides (dans la peinture) et on l'utilise dans les cérémonies religieuses parmi certains groupes ethniques hispanophones et dans les Caraïbes.
- Les amalgames dentaires contiennent 50 % de mercure inorganique et on conseille aux femmes enceintes et à celles qui allaitent d'éviter de placer ou d'enlever ces plombages.

Manganèse

- Contrairement au mercure et au plomb, le manganèse est un métal essentiel et certains niveaux sont nécessaires au développement adéquat du fœtus et de l'enfant. Cependant, à des niveaux plus élevés, le manganèse est neurotoxique cependant et il existe des lignes directrices régissant le niveau de manganèse dans l'air.

PESTICIDES

Les modes d'exposition aux pesticides incluent les aliments, l'air, l'eau et le sol. D'après un rapport de l'Académie nationale de la science, les pesticides qui sont réputés causer le plus de tort au système nerveux sont les organophosphates, les ferbanes et les insecticides organochlorés.

- Les enfants peuvent être exposés aux pesticides à niveaux plus élevés que les adultes, puisque, en générale, ils consomment plus de produits à base de fruits et ceux-ci peuvent avoir été traités aux pesticides. Il se peut également que les femmes enceintes consomment des aliments contaminés aux pesticides.
- Les pesticides qu'on utilise dans la maison et dans la cour peuvent poser un risque de santé aux enfants. En effet, par rapport aux adultes, les enfants risquent de se trouver exposés à des niveaux plus élevés de pesticides après le traitement en raison des plus grandes concentrations observées habituellement près de leurs aires de jeux³. Dans les milieux agricoles, les

enfants peuvent se trouver exposés aux pesticides présents dans l'air suite aux épandages aériens ou provenant des vêtements des parents qui travaillent avec ces pesticides.

- On a trouvé des pesticides dans l'eau de source et l'eau de puits dans les régions agricoles. Une étude de l'Organisation météorologique mondiale (EPA) menée en 1990, révèle que 10,4 % des puits des collectivités rurales contenaient un ou plusieurs pesticides⁴.

SUBSTANCES AGISSANT SUR LE SYSTÈME HORMONAL

- Certaines substances chimiques agissant sur le système hormonal peuvent nuire au développement neurologique et comportemental⁵. Les herbicides à action hormonale comme le 2,4-D et le 2,4,5-T s'utilisent dans la lutte aux mauvaises herbes et en aménagement forestier. On considère que ces produits ont une faible toxicité pour les mammifères, mais ils sont parfois contaminés aux dioxines et celles-ci ont une action puissante sur le système endocrinien.
- Une gamme de composés liposolubles tels que les BPC, le DDT, et certains plastifiants peuvent nuire aux hormones, notamment la thyroïdienne et les hormones sexuelles, lesquelles sont nécessaires au développement normal du cerveau et de l'appareil génital.
- Les femmes ayant consommé du poisson contaminé aux BPC donnent naissance à des enfants qui affichent de faibles, quoique significatifs, troubles neurologiques dans leur développement, à savoir un quotient intellectuel moins élevé et une difficulté de compréhension à la lecture^{6,7}.

Que peut-on faire?

Recherches et politiques

Il faut établir des exigences pour tester la toxicité des métaux, des pesticides et autres produits chimiques. Il faut notamment établir des

- tests de neurotoxicité
- tests de toxicité neurologique du développement
- tests des effets sur le système endocrinien
- recherches sur les toxicants prioritaires qui

feraient intervenir un dépistage biologique de l'exposition et de l'évolution neurologique du développement chez les nourrissons et les enfants.

Éducation auprès des familles

- Il faut mettre sur pied des programmes conçus pour aider les familles à prendre des décisions éclairées et modifier les habitudes alimentaires et le mode de vie en vue d'éviter de s'exposer aux métaux, aux pesticides et aux contaminants qui agissent sur le système hormonal.
- Les familles peuvent éviter de s'exposer aux neurotoxiques en réduisant au minimum l'utilisation de solvants et de pesticides à la maison et en rangeant la peinture et les décapants à peinture dans la remise ou le garage.

Références

1. Centers for Disease Control. Strategic Plan for the Elimination of Childhood Lead Poisoning. Atlanta: U.S. Public Health Service, 1991.
2. Burbacher TM, Rodier PM, Weiss B. Methylmercury developmental neurotoxicology: A comparison of effects in humans and animals. *Neurotoxicol Teratol* 1990;12:191-202.
3. Fenske RA, Balck KG, Elkner KP, Lee CI, Methner MM, Soto R. Potential exposure and health risks of infants following indoor residential pesticide applications. *Am J Public Health* 1990;80:689-693.
4. National Survey of Pesticides in Drinking Water Wells. Phase I. U.S. Environmental Protection Agency. Springfield, Va: 1990.
5. The Erice Consensus Statement. May 30, 1996.
6. Lonky E, Reshman J, Danvill T, Matler J and Daly H. Neonatal behaviour assessment scale parameters in humans influenced by hormone consumption of environmental contaminated Lake Michigan fish. *J Great Lakes Res* 1996;22(2):198-212.
7. Jacobson JH, Jacobson SW. Intellectual impairment in children exposed to polychlorinated biphenyls in utero. *N Engl J Med* 1996;335:783-9.

