

# Polybromodiphényléthers (PBDE)



**Mars 2009**



National Collaborating Centre  
for Environmental Health

Centre de collaboration nationale  
en santé environnementale

Le présent document a été produit par le Centre de collaboration nationale en santé environnementale (CCNSE), basé au Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique, grâce à des fonds de l'Agence de la santé publique du Canada. Il a été examiné par des membres du groupe de référence du CCNSE et s'inspire d'un document antérieur produit en mars 2005 par Dods et Copes pour le Centre de contrôle des maladies de la C.-B. C'est une version révisée de la version précédente publiée en novembre 2007.

La révision de l'exactitude des termes techniques issus de la traduction de l'anglais vers le français du présent document a été réalisée par le Centre de recherche interdisciplinaire sur la biologie, la santé, la société et l'environnement (CINBIOSE) de l'Université du Québec à Montréal.

Il est permis de reproduire le présent document en entier seulement.

Photographies: Simon Smith, Owen Price, Anthony Pics, et "andipantz"; sous licence de iStockphoto.

**Centre de collaboration nationale  
en santé environnementale**

400 East Tower  
555 W 12<sup>th</sup> Avenue  
Vancouver, BC V5Z 3X7

Tél. : 604-707-2445  
Télec. : 604-707-2444  
contact@ccnse.ca  
www.ccnse.ca

*La production de ce document a été  
rendue possible grâce à une  
contribution financière provenant de  
l'Agence de la santé publique du  
Canada. Les vues exprimées ne  
reflètent pas nécessairement les  
vues de l'Agence de la santé  
publique du Canada.*

ISBN : 978-0-9811244-7-6

© Centre de collaboration nationale en santé environnementale, 2009

## Introduction

Les polybromodiphényléthers (PBDE) forment un groupe de substances commerciales utilisées comme agents ignifuges dans une vaste gamme de produits de consommation, dont les téléviseurs, les ordinateurs, les imprimantes, les télécopieurs, les tapis et les matériaux de rembourrage. Leur structure s'apparente à celle des biphenyles polychlorés (BPC) et, comme les BPC, les PBDE font partie de mélanges commerciaux de configurations chimiques différentes, ou congénères. Les congénères se distinguent par leur degré de bromation, ce qui détermine leur biodisponibilité, leur potentiel de bioaccumulation, leur persistance et leurs propriétés toxicologiques.

Même si les PBDE ont une structure semblable à celle des BPC, leur toxicité a été beaucoup moins étudiée, et ils sont rejetés dans l'environnement d'une manière très différente. La recherche a révélé que les mélanges de PBDE sont libérés de biens de consommation à mesure que ces derniers se détériorent avec le temps<sup>1</sup>. Étant donné que les PBDE sont utilisés uniquement comme additifs à d'autres matériaux, ils peuvent s'échapper des produits ou s'évaporer dans l'environnement pendant de nombreuses années<sup>2</sup>.

Les effets de l'exposition aux PBDE sur la santé humaine n'ont pas fait l'objet d'études approfondies. On ignore si les PBDE nuisent à la santé des humains exposés à des concentrations représentatives de celles du milieu.

## Exposition aux PBDE

L'exposition peut se produire par un certain nombre de voies différentes. L'alimentation est probablement une importante source d'exposition chez l'humain, par la consommation d'aliments renfermant du gras animal contaminé tels que la viande, le poisson et les produits laitiers, lesquels forment la source d'exposition alimentaire la plus importante<sup>3</sup>. Les PBDE s'accumulent dans le tissu adipeux animal et entrent dans la chaîne alimentaire lorsque des produits animaux sont consommés.

On a aussi avancé que les humains pourraient être exposés aux PBDE en ingérant de la poussière ou en inhalant certains congénères de PBDE à la maison ou au travail, notamment dans l'industrie de l'électronique et de l'informatique. On a détecté la présence de PBDE dans de la poussière intérieure, ce qui rend possible le transfert par inhalation des particules présentes dans l'air ambiant et par ingestion de poussière<sup>4</sup>. Récemment, on a découvert que l'environnement intérieur joue un rôle important dans l'exposition aux PBDE chez l'humain<sup>5</sup>. Les résultats d'études récentes laissent croire que l'ingestion de poussière domestique contribue largement à l'exposition des enfants et des adultes<sup>5-7</sup>.

La présence de faibles concentrations de PBDE dans le sang et le lait maternel chez l'humain indique que les personnes sont exposées aux PBDE. Les fœtus en croissance et les bébés pourraient être exposés par le transfert de PBDE maternels, lesquels peuvent traverser la barrière placentaire et entrer dans la circulation fœtale. Les bébés peuvent aussi être exposés en ingérant du lait maternel contaminé.

## Tendance temporelle des concentrations de PBDE

Les concentrations de PBDE dans le lait et le sérum ont connu une croissance rapide dans les pays industrialisés. Aux États-Unis, une corrélation directe significative relativement à l'année du prélèvement de l'échantillon indique que les concentrations augmentent dans les échantillons de sérum humain<sup>8</sup>. L'analyse d'échantillons de lait maternel prélevés de 1972 à 1997 chez des Suédoises révèle une augmentation exponentielle des concentrations de PBDE, lesquelles doublent environ aux cinq ans<sup>9</sup>. Les concentrations de PBDE dans des échantillons de lait maternel de Canadiennes semblent suivre cette tendance à la hausse (Tableau I). De plus, les résultats d'analyse d'échantillons de lait maternel prélevés dans la région de Vancouver, en Colombie-Britannique, indiquent une augmentation de plus d'un ordre de grandeur sur dix ans<sup>10</sup>. Plusieurs auteurs ont fait état d'une variation interindividuelle des concentrations de PBDE dans le lait maternel plus grande que celles d'autres polluants organiques persistants. La grande variation des concentrations observée chez les humains laisse croire que l'alimentation n'est pas la seule voie d'exposition.

Tableau 1. PBDE totaux dans des échantillons de lait maternel prélevés au Canada (ng/g de lipides)<sup>10</sup>

Année	Taille de l'échantillon	Médiane	Intervalle
1982	P; n = 200	< 0,2	---
1986	P; n = 100	0,6	---
1992	I; n = 72	3,0	0,6 – 580
2001 à 2002	I; n = 98	22,0	0,8 – 956

P : échantillons combinés, I : échantillons individuels

Tableau 2. PBDE totaux dans des échantillons de lait maternel prélevés au Québec, dans la région du Nunavik (ng/g de lipides)<sup>10</sup>

Année	Taille de l'échantillon	Médiane	Intervalle
1989 à 1991	I; n = 20	1,7	*nd – 14
1996 à 2000	I; n = 20	6,8	0,2 – 318

\*non détectable

## Absorption, distribution, métabolisme et excrétion

La toxicocinétique des PBDE varie en fonction du congénère. Chez les rongeurs, le décaBDE, principal produit commercial, est faiblement absorbé par le tractus gastro-intestinal et rapidement éliminé, surtout dans les matières fécales. On ignore jusqu'à quel point le décaBDE est métabolisé chez l'humain. En revanche, les rongeurs absorbent facilement les congénères moins bromés, comme le pentaBDE et l'octaBDE, mais les éliminent lentement. Chez cette espèce, la demi-vie des congénères moins bromés est longue, ce qui laisse croire que les BDE moins bromés pourraient être persistants aussi chez l'humain. Tous les PBDE semblent être métabolisés et forment des métabolites hydroxylés et méthoxylés. Leur degré de métabolisation dépend du degré de bromation ainsi que de la voie d'exposition<sup>11</sup>.

## Toxicité

En raison des similitudes de structure entre les PBDE et les BPC, ces deux types de composés ont probablement certaines propriétés de neurotoxicité et de perturbation endocrinienne communes<sup>12</sup>. Les activités perturbatrices du système endocrinien qui ont été signalées comprennent des effets sur la fonction thyroïdienne, observés *in vivo*, notamment l'induction d'une hyperplasie thyroïdienne ou de la production thyroïdienne<sup>8</sup>. Certains congénères de PBDE peuvent déplacer, *in vitro*, la thyroxine (T<sub>4</sub>) de la transthyréline, après une conversion en métabolites<sup>12</sup>. Les métabolites des PBDE pourraient également exercer une activité œstrogénique. Les métabolites hydroxylés peuvent induire, *in vitro*, la voie de transduction du signal du récepteur des œstrogènes d'une lignée de cellules humaines de cancer du sein<sup>12</sup>. Il est difficile d'isoler les effets des PBDE chez l'humain, car d'autres polluants organiques persistants pourraient être dotés de mécanismes de toxicité similaires. Cependant, des données préliminaires permettent de croire que l'exposition aux PBDE pourrait avoir une incidence sur les taux sériques d'hormones thyroïdiennes chez l'humain.

Les PBDE traversent la barrière placentaire et pourraient avoir des effets toxiques sur le développement, à la suite d'une exposition maternelle. L'exposition de rates gestantes à des doses de PBDE-99 6 à 29 fois supérieures aux doses les plus élevées observées dans le tissu adipeux mammaire humain a entraîné des troubles d'hyperactivité chez leur progéniture. Durant le développement, une exposition à de faibles doses a aussi entraîné une baisse du nombre de spermatozoïdes et de spermatides chez la progéniture mâle<sup>13</sup>. Les doses ayant produit des effets sur le comportement neurologique de la progéniture étaient en deçà des doses ayant entraîné une toxicité maternelle détectable. On a observé une corrélation entre les concentrations de PBDE dans le sang de la mère et dans celui du fœtus à la naissance ( $r^2 = 0,986$ )<sup>14</sup>. En raison de la nature lipophile des PBDE, il est probable que ces contaminants passent dans la circulation fœtale en même temps que les lipides maternels. On ignore les effets de la circulation accrue des lipides maternels durant le troisième trimestre, période critique du développement du cerveau chez le fœtus.

## Réduction de l'exposition aux PBDE

Il existe plusieurs façons de réduire l'exposition aux PBDE. Par exemple, avant d'acheter un produit neuf, le consommateur peut demander au détaillant si le produit contient des PBDE. Les fabricants d'appareils électroniques et de meubles peuvent fabriquer des articles sans PBDE. Lorsqu'un vieux produit ne fonctionne plus, il libère des PBDE qui peuvent s'accumuler dans la poussière domestique. Par conséquent, la maison doit être nettoyée régulièrement. On peut réduire l'exposition par contact des mains à la bouche en se lavant les mains régulièrement. De plus, comme les PBDE sont emmagasinés dans les tissus adipeux, la consommation de viandes et de produits laitiers à faible teneur en gras permettrait de réduire l'exposition aux PBDE par ingestion<sup>15</sup>. Les PBDE sont présents dans de nombreux produits de consommation, et ces mesures seraient un moyen d'éviter d'y être exposé.

## Réglementation

Le projet de *Règlement sur les polybromodiphényléthers* a été publié le 16 décembre 2006 dans la *Gazette du Canada*<sup>16</sup>. Le règlement officiel a été adopté le 19 juin 2008 et publié le 9 juillet 2008 dans la *Gazette du Canada*<sup>17</sup>. L'objectif de ce règlement est de protéger l'environnement canadien contre les risques liés à l'utilisation et au rejet des PBDE.

Le règlement officiel interdit la fabrication des PBDE (les congénères de BDE de type tétra, penta, hexa, hepta, octa, nona et deca). L'utilisation, la vente, la mise en vente et l'importation des tétra-, penta- et hexa-BDE ainsi que des mélanges, polymères et résines contenant ces substances sont interdites<sup>16,17</sup>.

## Conclusion

Les tendances temporelles indiquent que les concentrations de PBDE dans l'environnement et chez les humains sont à la hausse. Cependant, à ce jour, aucune étude n'a permis d'établir un lien entre des effets nuisibles sur la santé et les concentrations de PBDE présentes chez les humains. Toutefois, les données animales expérimentales démontrent qu'une exposition à de fortes concentrations produit des effets sur le comportement, le fonctionnement endocrinien et le système nerveux. On a également observé que les PBDE maternels sont transférés au fœtus. Tout comme la consommation d'aliments, l'ingestion et l'inhalation d'air et de poussière contaminés par des PBDE sont probablement les principales voies d'exposition aux PBDE. Les PBDE que l'on trouve à l'intérieur pourraient provenir de l'utilisation de produits de consommation qui en renferment.

En Suède, les concentrations de PBDE chez l'humain ont atteint des sommets en 1997, après quoi, elles ont légèrement baissé<sup>17</sup>. Ce phénomène pourrait être attribuable à une interdiction volontaire d'utiliser certains congénères de PBDE, mise en place au début des années 1990 dans divers pays d'Europe.

## Références

1. Hooper K, McDonald T. The PBDEs: an emerging environmental challenge and another reason for breast-milk monitoring programs. *Environ Health Perspect* 2000;108:387-392.
2. Kalantzi O, Martin F, Thomas G, Alcock R, Tang H, Drury S, Carmichael P, Nicholson J, Jones K. Different levels of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and chlorinated compounds in breast milk from two U.K. regions. *Environ Health Perspect* 2004;112:1085-1091.
3. Darnerud P, Eriksen G, Johannesson T, Larsen P, Viluksela M. Polybrominated diphenyl ethers: occurrence, dietary exposure, and toxicology. *Environ Health Perspect* 2001;109:49-68.
4. Bryony W, Harner T, Zhu K, Shoeib M, Jones K. Passive sampling survey of polybrominated diphenyl ether flame retardants in indoor and outdoor air in Ottawa, Canada: implications for sources and exposure. *Environ Sci Technol* 2004;38:5312-5319.

5. Wu N, Herrmann T, Paepke O, Tickner J, Hale R, Harvey E, Guardia ML, McClean MD, Webster TF. Human exposure to PBDEs: associations of PBDE body burdens with food consumption and house dust concentrations. *Environ Sci Technol* 2007;1584-1589.
6. Fischer D, Hooper K, Athanasiadou M, Athanassiadis I, Bergman A. Children show highest levels of polybrominated diphenyl ethers in a California family of four: a case study. *Environ Health Perspect* 2006;114:1581-1584.
7. Jones-Otazo HA, Clarke JP, Diamond ML, Archbold JA, Ferguson G, Harner T, Richardson HM, Ryan JJ, Wilford B. Is house dust the missing exposure pathway for PBDEs? An analysis of the urban fate and human exposure to PBDEs. *Environ Sci Technol* 2005;39:5121-5130.
8. Sjodin A, Jones R, Focant JF, Lapeza C, Wang R, McGahee E, Zhang Y, Turner W, Slazyk B, Needham L, Patterson D. Retrospective time-trend study of polybrominated diphenyl ether and polybrominated and polychlorinated biphenyl levels in human serum from the United States. *Environ Health Perspect* 2004;112:654-658.
9. Noren K, Meironyte D. Certain organochlorine and organobromine contaminants in Swedish human milk in perspective of past 20-30 years. *Chemosphere* 2000;40:1111-1112.
10. Ryan J, Patry B, Mills P, Beaudoin N. Recent trends in levels of brominated diphenyl ethers (BDES) in human milks from Canada. *Organohalogen Compounds* 2002;58:173-176.
11. Hardy M. The toxicology of the three commercial polybrominated diphenyl oxide (ether) flame retardants. *Chemosphere* 2002;46:757-777.
12. Meerts I, Letcher R, Hoving S, Marsh G, Bergman A, Lemmen J, van der Burg B, Brouwer A. *In Vitro* estrogenicity of polybrominated diphenyl ethers, hydroxylated PBDEs, and polybrominated bisphenol A compounds. *Environ Health Perspect* 2001;109:399-407.
13. Kuriyama S, Talsness C, Grote K, Chahoud I. Developmental exposure to low-dose PBDE-99: effects on male fertility and neurobehaviour in rat offspring. *Environ Health Perspect* 2005;113:149-154.
14. Mazdai A, Dodder N, Abernathy M, Hites R, Bigsby R. Polybrominated diphenyl ethers in maternal and fetal blood samples. *Environ Health Perspect* 2003;111:1249-1252.
15. Betts K. Rapidly rising PBDE levels in North America. *Environ Sci Technol* 2002;36:50A-52A.
16. Gazette du Canada, Partie I, 16 décembre 2006, p. 4285-4299.
17. Gazette du Canada, Partie II, 9 juillet 2008, consulté en ligne le 4 septembre 2008 à l'adresse: <http://canadagazette.gc.ca/partII/2008/20080709/html/sor218-f.html>
18. Santé Canada. *Aliments et nutrition*, [En ligne], mis à jour en 2005. [www.hc-sc.gc.ca/fn-an/surveill/total-diet/concentration/pcb\_conc\_dpc\_vancouver2002\_f.html] (Consulté le 19 novembre 2007).

# Fiche de renseignements sur les PBDE

## Introduction

- Les PBDE sont des composés organiques d'origine anthropique, et on ne leur connaît aucune source naturelle dans l'environnement.
- Les PBDE sont utilisés comme agents ignifuges dans une vaste gamme de produits de consommation dont les téléviseurs, les ordinateurs, les imprimantes, les télécopieurs, les tapis et les matériaux de rembourrage.
- Les mélanges de PBDE sont des additifs non liés par covalence, libérés par des produits de consommation qui se détériorent avec le temps.
- Les PBDE se décomposent lentement dans l'environnement.
- On en connaît très peu au sujet des effets de l'exposition aux PBDE sur la santé humaine, mais on a observé des effets nuisibles chez les animaux.

## Exposition aux PBDE

- L'importance relative des différentes voies d'exposition demeure inconnue. L'exposition aux PBDE peut se produire par un certain nombre de voies différentes, notamment :
  - la consommation d'aliments;
  - l'ingestion de poussière;
  - l'inhalation de poussière et d'air ambiant.
- L'alimentation est probablement une importante source d'exposition chez l'humain. Les PBDE s'accumulent dans le tissu adipeux animal et entrent dans la chaîne alimentaire lorsque des produits animaux sont consommés.
- Les fœtus en croissance et les bébés pourraient être exposés par le transfert de PBDE maternels. Les bébés peuvent être exposés en ingérant du lait maternel contaminé.
- La poussière domestique contribue elle aussi largement à l'exposition aux PBDE. L'ingestion de poussière domestique pourrait être une importante voie d'exposition pour les tout-petits et les jeunes enfants.

## Tendance temporelle des concentrations de PBDE

- Les concentrations de PBDE ont connu une croissance rapide dans les pays industrialisés.
- Les concentrations de PBDE dans les échantillons de lait maternel de Canadiennes semblent suivre cette tendance à la hausse.
- Les résultats d'une analyse récente d'échantillons de lait maternel prélevés dans la région de Vancouver indiquent une augmentation des concentrations de PBDE de plus d'un ordre de grandeur sur dix ans.
- L'asymétrie positive évidente des ensembles de données se rapportant aux concentrations de PBDE dans les échantillons humains indique qu'un sous-ensemble de la population pourrait présenter des concentrations de PBDE beaucoup plus élevées que ses pairs.

## Absorption, distribution, métabolisme et excrétion

- La toxicocinétique des PBDE varie en fonction du congénère.
- Chez les rongeurs, le décaBDE, principal produit commercial, est mal absorbé par le tractus gastro-intestinal et rapidement éliminé. L'excrétion se fait principalement dans les matières fécales.
- Les rongeurs absorbent facilement les congénères moins bromés comme le pentaBDE et l'octaBDE, mais les éliminent lentement. Chez cette espèce, la demi-vie des congénères moins bromés est longue, ce qui laisse croire que les BDE moins bromés pourraient être persistants aussi chez l'humain.
- Tous les PBDE semblent être métabolisés et forment des métabolites hydroxylés et méthoxylés.

## Toxicité

- Les PBDE et les BPC ont probablement certaines propriétés de neurotoxicité et de perturbation endocrinienne communes.
- Les activités perturbatrices du système endocrinien qui ont été signalées comprennent :
  - des effets sur la fonction thyroïdienne, observés *in vivo*, notamment l'induction d'une hyperplasie thyroïdienne ou de la production thyroïdienne;
  - le déplacement, *in vitro*, de la T<sub>4</sub> de la transthyrétine après une conversion en métabolites;
  - l'induction, *in vitro*, par les métabolites de la voie de transduction du signal du récepteur des œstrogènes d'une lignée de cellules humaines de cancer du sein.
- Les effets signalés sur le développement comprennent :
  - des troubles d'hyperactivité chez la progéniture de rates exposées pendant la gestation;
  - une baisse de la numération des spermatozoïdes et des spermatides chez la progéniture mâle de rates gestantes exposées.
- Il pourrait y avoir des effets toxiques sur le développement étant donné que les PBDE traversent la barrière placentaire.
- On a observé une forte corrélation entre les concentrations de PBDE dans le sang de la mère et dans celui du fœtus à la naissance.

## Réduction de l'exposition aux PBDE

- Comme les PBDE sont emmagasinés dans les tissus adipeux, il vaudrait mieux choisir des aliments à faible teneur en gras.
- Acheter des meubles et des appareils électroniques de fabricants qui n'utilisent pas de PBDE.
- Étant donné que les PBDE peuvent s'accumuler dans la poussière domestique, la maison doit être nettoyée régulièrement.
- Se laver les mains fréquemment afin de réduire l'ingestion de poussière.

## Réglementation

- Au Canada, on réduit progressivement la fabrication de tous les PBDE et l'utilisation de nombreux PBDE.
- Cette mesure devrait faire baisser les taux de PBDE chez les Canadiens.

## Conclusion

- Les tendances temporelles indiquent que les concentrations de PBDE dans l'environnement et chez les humains sont à la hausse.
- Aucune étude n'a actuellement permis d'établir un lien entre les effets nuisibles sur la santé et les concentrations de PBDE présentes chez les humains. Il faut poursuivre la recherche sur les effets de l'exposition aux PBDE sur la santé humaine.
- Les données sur la toxicité indiquent que les PBDE pourraient avoir des effets sur le fonctionnement endocrinien et le système nerveux. On a également observé que les PBDE maternels sont transférés au fœtus.
- Tout comme la consommation d'aliments, l'ingestion et l'inhalation de poussière contaminée par des PBDE libérés de produits de consommation qui se détériorent sont probablement les principales voies d'exposition aux PBDE.



## Commentaires

Veuillez inscrire vos commentaires ci-dessous.

**Titre du document :**

Polybromodiphényléthers (PBDE)

**Le document vous aide-t-il à faire votre travail? Pourquoi?**

---

---

---

---

---

---

---

**Comment pourrions-nous améliorer le document?**

---

---

---

---

---

**Quelle est votre occupation?** \_\_\_\_\_

**Votre nom :** \_\_\_\_\_

**Comment avez-vous obtenu le document?** \_\_\_\_\_

Veuillez poster ou télécopier le présent formulaire à :

**Centre de collaboration nationale  
en santé environnementale**

400 East Tower  
555 W 12th Avenue  
Vancouver BC V5Z 3X7

Télécopieur : 604-707-2444