






Effets sur l'environnement et sur l'homme des PBDE




Chez la souris, le degré de bromation intervient sur le niveau de toxicité chronique.


Toxicité	aiguë	chronique
	?	●●●●
	●●●●	●●●●
	?	●●●●
	●●●	souris : ●●● à ●●● ●●● selon degré de bromation
	● ?	●●● ?

● peu toxique, ●● modérément toxique,
●●● toxique, ●●●● très toxique

Exposition humaine et risques pour la santé des PBDE et PBB

Aucune étude n'a établi de lien concluant entre les concentrations de PBDE chez l'homme et des problèmes de santé (Environnement Canada, 2004) :

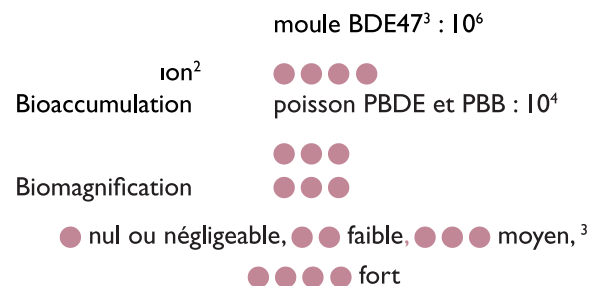
Mode d'exposition (importance relative)	 moyenne PBDE 0,004 µg/j	+++
		++ (habitat, air intérieur, voitures)
		-

Organes et/ou fonctions atteints		Sur l'animal : PBDE : foie, thyroïde, activités enzymatiques, appareil reproducteur PBB : idem + peau
	C	?
	DI	PBB
	PE	PBDE et PBB

Données toxicologiques et normes du pentaBDE

Caractéristique	Concentration
Toxicité	
DL50 rongeur	100 µg/kg pc/j
Toxicité sublétales	
DJA (OMS)	néant
DHA (JEFCA)	néant
Ecotoxicité	
CE50 invertébrés	0,01 mg/L
NOEC algues	0,007 mg/L
invertébrés	0,005 mg/L
poissons	0,009 mg/L
PNEC eau douce	0,53 µg/L
PNEC eau marine	non déterminé
PNEC sédiment	0,31 mg/kg ps
Normes et seuils	
Bruit de fond	sans objet
NQEp pentaBDE eau surface intérieure	0,0005 mg/L
NQEp pentaBDE eau de transition	0,0002 mg/L
NQEp pentaBDE eau marine	0,0002 mg/L
Limite de qualité eau potable	néant
Baignade et loisirs	néant
Chair coquillages, crustacés, poissons	néant
Norme sol	néant
Norme boues	néant
Rejets industriels	néant
Autres pays	voir § suivant

Polybromés (organohalogénés)	PBDE : appelés aussi diphényléthers bromés et éthers diphényliques polybromés. Famille de 209 congénères produits industriellement à partir du diphényléther et du brome en présence de catalyseurs. Cette réaction conduit à des mélanges de molécules avec des degrés de bromation différents, comme les tétra-, penta-, octo- et, décaBDE (on ne peut synthétiser un seul type de molécule). Remarque : dans cette famille, le pentabromodiphényléther est également appelé PBDE. PBDE : ce groupe est substance dangereuse prioritaire (DCE 2006).
PBDE	
pentaBDE Formule $C_{12}H_5Br_5O$ N° CAS : 32534-81-9 Code SANDRE : 1921	PBB : appelés aussi biphényles polybromés. Produits par bromation du biphényle dans un solvant organique, avec un catalyseur. Les différents isomères des PBB sont des solides blancs ou des flocons bruns. Les plus utilisés sont les hexa-, octa- et décabromobiphényles.
PBB	Stables et persistants, lipophiles, à l'instar des PCB : contamination générale des écosystèmes, plus faible en Europe qu'en Amérique du Nord. Bioaccumulation des composés de ces familles très importante par les organismes terrestres et aquatiques. Niveaux de toxicité pour l'environnement restant à établir.
avec X = H ou Br	Effets possibles sur la santé d'après les expériences sur l'animal et les (rares) cas d'intoxications accidentelles humaines (PBB) par perturbation endocrinienne et atteinte immunité.



Demi-vies dans l'environnement

Restent à établir. Substances très persistantes.

³ : Le tétrabromé BDE47 est celui qui est le plus retrouvé dans les tissus des organismes, alors que c'est le décabromé 209 qui est majoritairement utilisé dans les mélanges de PBDE.

Restrictions d'usages

Interdiction de mise sur le marché et d'utilisation des PBDE et PBB dans les produits électriques et électroniques.

Interdiction des pentaBDE comme retardateurs de flammes dans les mousses de polyuréthanes.

Penta- et octaBDE interdits et usage limité des décaBDE en Suisse.

PBB interdits au Canada. HexaPBB interdit aux USA.

Mesures préventives et conseils pratiques pour limiter la pollution et l'exposition

Néant hors réglementation du travail.

Classification environnementale

Substance DCE	Groupe des PBDE : Dangereuse Prioritaire PBB : Non cités
Liste OSPAR	PentaBDE, octaBDE, décaBDE, hexaBDE : actions prioritaires
Catégorie C M R	Non déterminé
Indication du danger	N, Xn
Phrases de risque	PentaBDE : R50/53, 48/21/22, 64
Conseils de prudence	PentaBDE : S 60, 61, 1/2, 36/37, 45

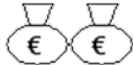
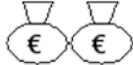
Textes réglementaires spécifiques

Les principaux textes réglementaires concernant les substances toxiques sont donnés en annexe.

Pour les PBDE et PBB, s'appliquent de plus :

Texte	Objet
Directive 2003-11/CE	Mise sur le marché et emploi
Directive 2002/95/CE	Interdiction de mise sur le marché dans les produits électriques et électroniques
Décret 2004-1227	Restrictions de mises sur le marché pour les évacuations des avions

Norme(s) analytique(s) et limite(s) de quantification couramment rencontrées

PBDE	Norme	LQ	Coût HT
eau	GC/MS-NCI	0,01 ou 0,1 µg/L suivant les congénères	
sédiment	GC/MS-NCI d'après ISO 22032	1, 10 ou 25 µg/kg ps suivant les congénères	

Niveaux d'imprégnation

PBDE les plus abondants dans l'environnement aquatique :

BDE 47>99>100>153>154>183>209. Concentrations très faibles dans l'eau mais pouvant être importantes dans le sédiment.

Dans les organismes aquatiques, BDE 47 majoritaire (environ 50% des PBDE mesurés).

Sont présentés ci-dessous des ordres de grandeur des concentrations minimales et maximales trouvées dans le milieu aquatique. En l'absence d'indication contraire, la concentration indiquée concerne une somme de différents PBDE.

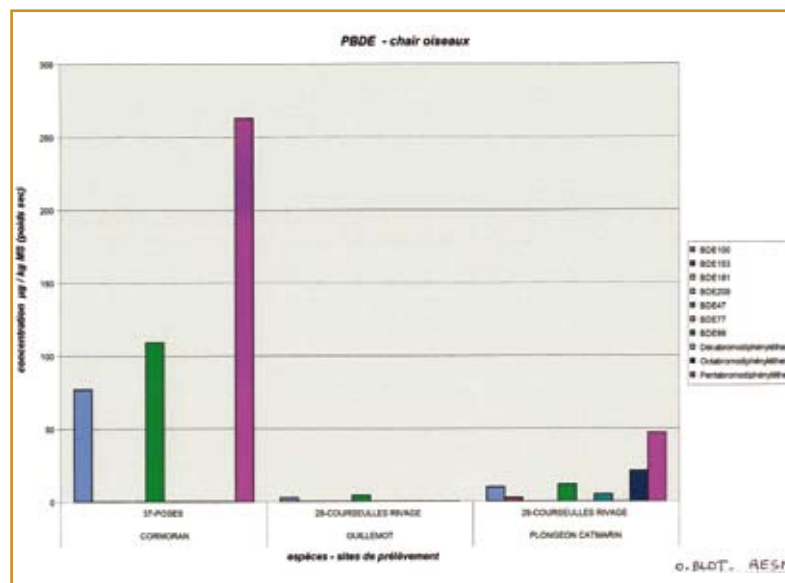
Site considéré	Amplitude de variation	Niveau relatif du bassin Seine-Normandie
Eau douce	Bassin Seine (2005) 0,06 à 6 µg/L	1000 µg /kg ps
Sédiment eau douce	Bassin Seine (2005) : 1-800 µg/kg ps moyenne 50µg/kg ps pentaBDE : 0,05-20 µg/kg ps Lac Erié 1998 : 22 µg/kg pf lac Ontario : 84 µg/kg pf	
Poisson eau douce	Anguille : Oise 250 µg/kg ps Seine : 100 µg/kg ps Risle : 60 µg/kg ps Lézarde : 5 µg/kg ps	100 µg /kg ps
Moule eau douce	Pays Bas 1999 <0,1-17 µg/kg ps BDE 47+99+153	
Eau marine	Côtes françaises : 0,000004 µg/L Pays-Bas : 0,0000001-0,000004 µg/L	

Phoque Dauphin
Boues step
Poissons marins
Canada
Poissons eau douce
Canada

Sédiment estuarien	Estuaire Seine : 0,15-1,1 µg/kg ps BDE209 0,05-0,6 µg/kg ps BDE47 Estuaire Loire : 0,4-0,8 µg/kg ps BDE209 0,1-0,3 µg/kg ps BDE47	10 µg /kg ps	Sédiment Bassin Seine
Sédiment marin	Baltique 1991 : 0,5 µg/kg BDE47 Pays-Bas <0,7-22 µg/kg ps BDE47+99+100		Poissons estuaire Seine
Mollusques et crustacés	Estuaire Loire : crabe 0,16 µg/kg ps moule 0,4-0,8 µg/kg ps BDE47 crevette : 0,5-1,5 µg/kg ps (6BDE) Estuaire Seine moule : 0,3-4 µg/kg ps BDE47 crevette : 4 µg/kg ps (6BDE) Côte normande moule : 0,2-10 µg/kg ps crustacés : 0,1-0,2 µg/kg ps Pays-Bas moule : 0,3-4 µg/kg ps St Laurent 1998 crevettes 0,2-0,7 µg/kg ps	1 µg/kg ps	Max moule Normandie
Poissons marins	Estuaire Seine : Flet : 4-31 µg/kg ps Anguille : 4-16 µg/kg (6 BDE) Côte normande gobie : 3-7 µg/kg ps bar : 6-12 µg/kg ps St Laurent 1998 flétan : 13 µg/kg ps poulamon : 275 µg/kg ps Pays-Bas flet : <0,01-20 µg/kg ps BDE47 +99	0,1 µg/kg ps	Sédiments Estuaires Loire et Seine
Oiseaux piscivores	1998 Canada guillemot : 2,9 µg/kg pf fulmar : 1,7 µg/kg pf 2005 (Seine - AESN) Cormorans Poses : 900 µg/kg ps Penta BDE : BDE47 : 100 µg/kg ps BDE100 : 80 µg/kg ps Plongeon littoral normand : Penta BDE : 50 µg/kg ps BDE47 : 20 µg/kg ps BDE100 : 20 µg/kg ps		Sédiments marins France

Mammifère marin	St Laurent phoque et bélouga : 700 µg/kg ps		
Boues station d'épuration	Suède : 13-270 µg/kg ps Pays-Bas : 22-350 µg/kg ps Suisse : 200-700 µg/kg ps		

Campagne 2005 dans le bassin Seine-Normandie : présence de PBDE dans une vingtaine de cours d'eau (environ 50 échantillons avec concentrations significatives dans l'eau sur 2500 analyses, et 80 dans le sédiment sur 160 analyses). Les points les plus contaminés (plus de 300 µg/kg) se situent dans la Marvange, la Seine à Carrières sur Poissy, l'Orge, et l'Auxence en aval d'une station d'épuration. Contamination des côtes françaises par le BDE 47, le BDE 99 et le BDE 100 mise en évidence depuis 1980, culminant dans les années 1990, semblant décroître depuis (Ifremer, 2005). Au Canada, les concentrations dans le biote ont augmenté de facteurs compris entre 3 et 10 entre 1975 et 1998.



Bioconcentration des PBDE dans la chair des oiseaux piscivores (cormorans en Seine, guillemot et plongeon sur côte normande).

Origine/apports/flux dans les eaux du bassin Seine-Normandie

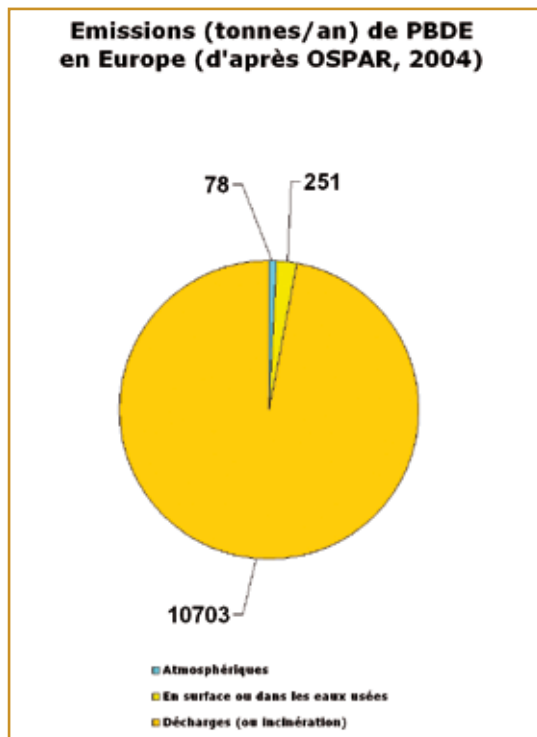
Restent à établir.

Libération dans l'environnement lors de la production, l'utilisation et l'élimination des matériaux contenant des PBDE et PBB. Très forte production d'équipements électriques et électroniques et taux élevé de remplacement induisant chaque année dans le monde 20 à 50 millions de tonnes de déchets d'équipements électriques et électroniques contenant PBDE et PBB⁴.

Bien que l'usage des PBDE soit maintenant restreint dans certains pays, des rejets dans l'environnement peuvent encore se produire :

. lors de la dégradation des matériaux traités qui en rejettent en fin de vie,

. parce qu'ils sont présents dans des produits importés (textiles, plastiques).



Bibliographie spécifique

- BOIREAU V., BENANOU D., 2006, *Analyse des PBDE dans les boues de stations d'épuration*. Note Véolia.
- FAO-PNUE, 1992, *Document d'orientation des décisions, Polybromobiphényles*, 10 p.
- IFREMER, 2006, *Etude rétrospective de la contamination chimique*.
- INERIS, *fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques : Pentabromodiphényléther*.
- INRS, *Fiche toxicologique, 2004, n°251, Décabromodiphényléther*, 4 p.
- LAW J.L., et coll., 2006, *Levels and trends of brominated flame retardants in the European environment*, Chemosphere 64 : 187-208.
- PNUE, 2004, *Les déchets électroniques*, bulletin d'alerte environnementale, n°5, 4 p.
- ABARNOU A., 2008, *Distribution et devenir des contaminants persistants dans les écosystèmes littoraux ; comparaison Manche Ouest-Manche Est*, rapport à AESN.
- RAGUET M., 2006, *Fiche substance prioritaire*, document AESN.
- Santé Canada, 2004, *Fiche d'information concernant les PBDE*.

4 : Ainsi que plomb, cadmium et chrome.