



**Convention de Stockholm
sur les polluants organiques
persistants**

Distr. : générale
24 octobre 2012

Français
Original : anglais

Comité d'étude des polluants organiques persistants
Huitième réunion
Genève, 15-19 octobre 2012

**Rapport du Comité d'étude des polluants organiques persistants sur
les travaux de sa septième réunion**

Additif

**Additif à l'évaluation de la gestion des risques concernant
l'hexabromocyclododécane**

À sa septième réunion, le Comité d'étude des polluants organiques persistants avait adopté, par la décision POPRC-7/1, une évaluation de la gestion des risques concernant l'hexabromocyclododécane (UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1). Un additif à cette évaluation a été adopté à la huitième réunion du Comité. Le texte de l'additif est reproduit ci-dessous. Il n'a pas été revu par les services d'édition.

Informations complémentaires sur les solutions de remplacement de l'hexabromocyclododécane et utilisation dans le polystyrène expansé ou extrudé

1. Introduction

1. En 2010, à sa sixième réunion, le Comité d'étude des polluants organiques persistants a évalué le descriptif des risques de l'hexabromocyclododécane (HBCD) (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2) et est parvenu à la conclusion que, en raison de sa propagation à longue distance dans l'environnement, le HBCD est susceptible d'avoir des effets nocifs importants sur la santé humaine et l'environnement qui justifient l'adoption de mesures au niveau mondial.

2. À sa septième réunion, le Comité d'étude des polluants organiques persistants a adopté l'évaluation de la gestion des risques concernant l'hexabromocyclododécane (UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1) et a décidé, conformément au paragraphe 9 de l'article 8 de la Convention, de recommander à la Conférence des Parties qu'elle envisage d'inscrire l'hexabromocyclododécane aux Annexes A, B ou C de la Convention. Le Comité a invité le Groupe de travail spécial sur l'hexabromocyclododécane qui a établi l'évaluation de la gestion des risques à rassembler de nouvelles informations sur l'hexabromocyclododécane et a décidé d'étudier les informations supplémentaires et d'examiner à sa huitième réunion s'il convient de préciser l'Annexe de la Convention et les dérogations possibles à envisager par la Conférence des Parties lors de l'inscription de l'hexabromocyclododécane.

3. Dans sa décision POPRC-7/1, le Comité a invité les Parties et observateurs à soumettre au Secrétariat des informations sur :

a) Les substances chimiques de remplacement de l'hexabromocyclododécane, notamment dans les applications des mousses de polystyrène expansé ou extrudé, en fonction de leur disponibilité, de leur coût, de leur efficacité, de leur efficacité et de leur impact sur la santé et sur l'environnement, eu égard en particulier à leurs propriétés en tant que polluants organiques persistants;

b) La production et l'utilisation d'hexabromocyclododécane, en particulier pour les applications des mousses de polystyrène expansé ou extrudé.

2. Réponses à la demande d'information

4. Vingt-six Parties et pays observateurs ont soumis des informations (Allemagne, Argentine, Azerbaïdjan, Brésil, Bulgarie, Cambodge, Cameroun, Canada, Chine, États-Unis, Guatemala, Indonésie, Irlande, Israël, Italie, Kiribati, Lettonie, Mali, Mexique, Monaco, Myanmar, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Roumanie et Thaïlande). En outre, six observateurs non-gouvernementaux (Great Lakes Solutions, Green Chemicals Srl, l'International POPs Elimination Network (IPEN), l'industrie de la mousse de polystyrène, l'Extruded Polystyrene Foam Association et, conjointement, les associations d'industriels EXIBA (un groupe sectoriel du Cefic) et EPS (PlasticsEurope)) ainsi que M. Ian Rae, ancien membre du Comité d'étude des polluants organiques persistants, ont soumis des informations. Toutes les informations soumises sont disponibles sur le site Internet de la Convention.

2.1. Substances chimiques de remplacement de l'hexabromocyclododécane

5. Plusieurs substances chimiques de remplacement de le HBCD pour le polystyrène expansé ou extrudé, le polystyrène-choc et les applications dans les textiles ont été identifiées dans les réponses des Parties et des observateurs. Elles sont présentées dans les tableaux 1 et 2 ci-dessous. Les informations ont été présentées, en général, telles qu'elles ont été reçues et vérifiées individuellement dans la mesure du possible. Conformément aux orientations du Comité d'étude des polluants organiques persistants sur les solutions de remplacement, une « solution de remplacement plus sûre » se réfère à un substitut plus sûr qui réduit la nocivité potentielle pour la santé des personnes ou l'environnement ou bien qui n'est pas lui-même considéré comme répondant aux critères de sélection de l'Annexe D de la Convention pour l'inscription d'une substance chimique comme polluant organique persistant. Les informations en matière de santé et de sécurité disponibles pour certaines des solutions de remplacement ci-dessous restent très limitées.

6. Le retardateur de flamme polymérique est proposé uniquement pour l'ignifugation des mousses de polystyrène, et non pour les autres applications de le HBCD.

7. L'agence américaine pour la protection de l'environnement (USEPA) est en train d'évaluer le HBCD et les solutions de remplacement de cette substance pour les applications dans le polystyrène extrudé ou expansé. Les parties prenantes fournissent les informations relatives aux dangers et à

l'efficacité pour le rapport qui sera disponible à l'adresse
<http://www.epa.gov/dfe/pubs/projects/hbcd/index.htm>.

8. L'USEPA est en train d'évaluer les solutions de remplacement du décabromodiphényléther (décaBDE) et publiera un rapport sur les utilisations et les solutions de remplacement de cette substance. Voir <http://www.epa.gov/dfe/pubs/projects/decaBDE/index.htm>.

Tableau 1. Substances chimiques de remplacement¹ de le HBCD dans le polystyrène expansé ou extrudé

Produit chimique	Noms commerciaux	Application déclarée	Disponibilité	Propriétés relatives à l'hygiène, la sécurité et l'environnement (HSE)	Coûts	Efficacité
<p>Benzène, éthényl-, polymère avec 1,3-butadiène, bromé</p> <p>(copolymère bromé de styrène et de butadiène)</p> <p>Synonyme :</p> <p>Retardateur de flamme polymérique</p> <p>N° CAS : 1195978-93-8</p>	<p>Emerald 3000</p> <p>FR122P</p>	<p>Polystyrène expansé dans le procédé en une étape ; convient vraisemblablement aussi dans le procédé en deux étapes</p> <p>Polystyrène extrudé</p>	<p>Actuellement, des quantités à l'échelle pilote sont soumises aux utilisateurs en aval pour test.</p> <p>Essais de production à l'échelle de l'usine menés avec succès.</p> <p>Disponible commercialement en 2012 auprès de Great Lakes Solutions-Chemtura Corporation.</p> <p>ICL-Industrial Products a récemment annoncé qu'elle visait une production commerciale d'ici à 2014 (10 000 Mtonnes).</p> <p>Albemarle (US) commercialisera la substance chimique en 2014.</p> <p>On anticipe que les capacités seront suffisantes pour remplacer le HBCD en 3 à 5 ans.</p> <p>Voir également paragraphe 6.</p>	<p>Aucune évaluation indépendante des propriétés n'est disponible.</p> <p>D'après les informations de l'industrie : potentiellement persistant (non biodégradable) mais faible potentiel de bioaccumulation et faible potentiel de toxicité. Non classé comme cancérigène en raison du manque de données. Aucune donnée disponible sur la toxicité pour les poissons.</p> <p>Voir également paragraphe 7.</p>	<p>Informations divergentes reçues (voir paragraphe 17). Réponses communiquées :</p> <p>D'après un fabricant, le coût de fabrication des produits en polystyrène expansé contenant de l'Emerald 3000 ne devraient pas avoir d'impact sensible sur la compétitivité des coûts par rapport à d'autres produits.</p> <p>Certaines Parties prévoient des coûts supérieurs à ceux de le HBCD. Une Partie suggère des coûts d'utilisation de la substance de remplacement de 90 % (polystyrène expansé) à 120 % (polystyrène extrudé) supérieurs aux coûts d'utilisation de le HBCD.</p> <p>Indépendamment de toute différence de coûts entre les retardateurs de flamme, il existe des coûts de recertification des résines ou produits en polystyrène expansé ignifugés pour toutes les applications dans les mousses. Le Canada les a</p>	<p>D'après les déclarations, les essais pilotes qui ont été conduits par les clients de l'un des fabricants auraient confirmé que le FR122P conférerait à leurs produits le niveau de sécurité incendie requis.</p> <p>D'après les déclarations, l'Emerald 3000 aurait une efficacité comme retardateur de flamme essentiellement équivalente à celle de le HBCD lorsqu'il est employé à teneur en brome équivalente.</p> <p>Les producteurs de polystyrène extrudé font état d'une efficacité égale à 83 % de celle de le HBCD.</p> <p>Bonne stabilité thermique et compatibilité avec le polystyrène. Dans des conditions de transformation à des températures plus élevées, le retardateur de flamme polymérique nécessite d'être stabilisé, à l'instar de le HBCD.</p>

¹ Pour d'autres solutions de remplacement, telles que matériaux et techniques de construction, voir Évaluation de la gestion des risques concernant l'hexabromocyclododécane (UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1).

Produit chimique	Noms commerciaux	Application déclarée	Disponibilité	Propriétés relatives à l'hygiène, la sécurité et l'environnement (HSE)	Coûts	Efficacité
					estimés à quelques millions de dollars.	

Produit chimique	Noms commerciaux	Application déclarée	Disponibilité	Propriétés relatives à l'hygiène, la sécurité et l'environnement (HSE)	Coûts	Efficacité
1,1'-(1-méthyléthylidène)bis[3,5-dibromo-4-(2,3-dibromo-2-méthylpropoxy)benzène N° CAS : 97416-84-7	Pyroguard SR-130 SR-130	Polystyrène expansé Polystyrène extrudé	Non disponible aux États-Unis.	Voir paragraphe 7.		
Tétrabromobisphénol A bis (allyl éther) N° CAS : 25327-89-3	BE 51, FG 3200, Fire Guard 3200, Flame Cut 122K, Pyroguard SR 319, SR 319	Procédé en deux étapes pour le polystyrène expansé	Utilisé uniquement dans le procédé en deux étapes pour le polystyrène expansé	La substance est un dérivé du TBBPA (ECB 2006). On ne dispose que de peu d'informations sur les propriétés HSE. Selon les informations étudiées dans KLIF (2009), la substance peut être caractérisée comme faiblement toxique, potentiellement immunotoxique, non aisément hydrolysée et pouvant résister à la dégradation dans l'environnement (voir KLIF 2009 pour plus de précisions).		
1,2,5,6-tétrabromocyclo-octane (TBCO) N° CAS : 3194-57-8	Saytex BC-48 (Albemarle Corporation)	Procédé en deux étapes pour le polystyrène expansé Additif retardateur de flamme	Utilisé uniquement dans le procédé en deux étapes. Cette substance n'est peut-être plus disponible commercialement. Aucune information n'est disponible concernant les volumes de production aux États-Unis ou dans l'Union européenne. Le TBCO figure également sur la Liste	Un rapport de l'Agence pour l'environnement du Royaume-Uni (Fisk et al. 2003) indique que le TBCO est dangereux pour l'environnement aquatique (c'est-à-dire qu'il présente une DSEO chronique < 0,1 mg/l ou une CL(E) _{50s} aiguë < 10 mg/l), et potentiellement persistant, bioaccumulable et toxique		

Produit chimique	Noms commerciaux	Application déclarée	Disponibilité	Propriétés relatives à l'hygiène, la sécurité et l'environnement (HSE)	Coûts	Efficacité
			extérieure des substances du Canada, avec jusqu'à 10 tonnes/an importées au Canada, d'après les déclarations.	(PBT) / très persistant et très bioaccumulable (vPvB). En raison du peu d'informations HSE disponibles, une analyse plus approfondie n'a pas pu être réalisée.		
2,4,6-tribromophényl allyl éther N° CAS : 3278-89-5	Pyroguard FR 100, Great Lakes PHE-65, Bromkal 64-3AE	Procédé en deux étapes pour le polystyrène expansé		Proposé parmi les 120 produits chimiques à volume de production élevé structurellement similaires aux polluants arctiques connus (Brown & Wania 2008). Vraisemblablement bioaccumulable et sujet à transport à longue distance car la substance a été détectée dans le lard et le cerveau de phoques arctiques (Von der Recke & Vetter 2007).		
Tétrabromobisphénol A bis(2,3-dibromopropyl éther) (TBBPA-DBPE) N° CAS : 21850-44-2 avec du dicumène pour le polystyrène extrudé et du peroxyde de dicumyle pour le polystyrène expansé, comme synergistes usuels	STARFLAM E PS SAM 54 : mélange-maître pour le polystyrène extrudé STARFLAM E PO SAM 55 : mélange-maître pour le polystyrène extrudé	Polystyrène expansé Polystyrène extrudé	Pour le polystyrène expansé, expériences uniquement à l'échelle du laboratoire, n'est pas encore largement utilisé. Toutes les matières premières, cependant, sont des marchandises échangées dans le monde entier et le GC SAM 55 E serait donc, d'après les déclarations, immédiatement disponible pour un passage à l'échelle commerciale.	D'après l'étude de l'Agence norvégienne du climat et de la pollution (KLIF 2009), le TBBPA-DBPE présente une toxicité faible. Aucun effet endocrinien n'a été observé, mais la substance présente un potentiel élevé d'inhibition de l'œstradiol-sulfotransférase et entre en compétition de façon modérée avec la thyroxine pour se lier à la protéine plasmatique transthyrétrine.	D'après le fabricant, comparable à la solution de HBCD dans le polystyrène expansé (coûts autour de 6,5 €/kg). Légèrement plus cher que le HBCD dans le polystyrène extrudé.	Propriétés comme retardateur de flamme, 20-30 % moindres que celles de le HBCD. D'après les déclarations, bonne stabilité thermique, peut être aisément dispersé et compatible avec le polystyrène, insoluble dans l'eau et soluble dans le toluène et le xylène.

Produit chimique	Noms commerciaux	Application déclarée	Disponibilité	Propriétés relatives à l'hygiène, la sécurité et l'environnement (HSE)	Coûts	Efficacité
	G SA 5 E : mélange de poudres pour le polystyrène expansé		Pour le polystyrène extrudé, la substance de remplacement est déjà utilisée à l'échelle commerciale.	<p>Le TBBPA-DBPE est peu absorbé par les voies gastro-intestinales chez le rat, mais les quantités absorbées s'accumulent dans le foie et se métabolisent lentement.</p> <p>Les informations disponibles ne permettent pas d'évaluer la persistance dans l'environnement (Washington State 2006). D'après l'Agence norvégienne du climat et de la pollution (KLIF 2009) et les informations émanant du fabricant, le TBBPA-DBPE est faiblement biodégradable une mais paraît susceptible d'être hydrolysé. Des conclusions contradictoires sont rapportées dans Washington State (2006) et KLIF (2009). D'après le fabricant, il ne devrait pas y avoir de bioaccumulation.</p> <p>D'après le National Toxicology Program (NTP), la substance pourrait présenter un potentiel cancérigène. Positif pour l'activité mutagène avec ou sans activation métabolique chez des souches de <i>Salmonella typhimurium</i> (NIEHS 2002).</p>		

Produit chimique	Noms commerciaux	Application déclarée	Disponibilité	Propriétés relatives à l'hygiène, la sécurité et l'environnement (HSE)	Coûts	Efficacité
				Le TBBPA-DBPE a également été détecté dans la poussière domestique en Belgique et au Royaume-Uni (Ali et al. 2011).		

Tableau 2. Solutions de remplacement de le HBCD dans le polystyrène-choc et les textiles

Produit chimique	Noms commerciaux	Application déclarée	Disponibilité	Propriétés relatives à l'hygiène, la sécurité et l'environnement (HSE)	Coûts	Efficacité
Éthylènebis (tétrabromophthalimide) (EBTPI) N° CAS : 32588-76-4	BT93, BT93W, BT93WFG, Cite B 93, Saytex BT93, Saytex BT93W	Polystyrène- choc Additif retardateur de flamme	Disponible commercialement et utilisé largement La substance est principalement utilisée dans le polystyrène-choc, le polyéthylène, le polypropylène, les polyesters thermoplastiques, le polyamide, les EPDM, les caoutchoucs, le polycarbonate, les copolymères d'éthylène, les résines ionomères et les textiles.	Les données disponibles sont insuffisantes pour une évaluation environnementale complète de l'EBTPI. Les quelques études mentionnées indiquent que l'EBTPI n'est pas aisément biodégradable, qu'il ne se bioaccumule pas et qu'il présente une toxicité aquatique faible (Danish EPA 2007). Les données indiquent que l'EBTPI est faiblement toxique pour les mammifères (KLIF 2009). Le Technical Committee of New and Existing Chemicals Substances (TCNES) de l'Union européenne a considéré que l'EBTPI était très persistant. Cependant, le critère de bioaccumulation n'était pas rempli sur la base des propriétés moléculaires de la substance, et l'EBTPI n'a pas été inscrit comme substance vPvB. La seule étude disponible sur la toxicité aquatique de l'EBTPI indique que des effets toxiques aigus se produisent à des niveaux beaucoup plus élevés que la valeur de solubilité dans l'eau estimée. Les valeurs de DSEO à long terme ne figurent pas dans la littérature. Davantage de données écotoxicologiques sont nécessaires pour évaluer le critère de toxicité (T) (Pakalin et al. 2007).		Techniquement faisable et largement utilisé
Décabromodiphényléther (DécaBDE) N° CAS : 1163-19-5	SAYTEX 102E FR-1210 DE-83R	Polystyrène- choc Textiles	Disponible commercialement et utilisé largement De nombreux fabricants en ont arrêté l'utilisation depuis le début des années 2000.	Le décabromodiphényléther a été considéré toxique en vertu des critères de l'article 64 a) de la Loi canadienne de protection de l'environnement de 1999, à l'instar d'autres polybromodiphényléthers de cette catégorie (tétra à décaBDE). Un rapport sur l'état des connaissances scientifiques pour cette substance a montré que cette substance se transformait en substances persistantes et bioaccumulables (Environnement Canada 2010).		Techniquement faisable et largement utilisé

Produit chimique	Noms commerciaux	Application déclarée	Disponibilité	Propriétés relatives à l'hygiène, la sécurité et l'environnement (HSE)	Coûts	Efficacité
				<p>Le Comité d'étude des polluants organiques persistants a conclu qu'il existe un nombre croissant d'études relatives au potentiel des congénères fortement bromés, notamment le décabromodiphényléther, à être réduits par débromation dans l'environnement et à contribuer ainsi à la formation des diphényléthers bromés inscrits à l'Annexe A (décision POPRC-7/1).</p> <p>Le rapport d'évaluation des risques de l'Union Européenne (European Commission 2002) avait conclu que le décaBDE ne devait pas être biodégradable, mais ne l'avait pas considéré bioaccumulable ni toxique. Une étude ultérieure (Pakalin et al. 2007) a conclu également que le décaBDE ne satisfaisait pas au critère de toxicité (T).</p> <p>Cependant, certains éléments indiquent que le décaBDE peut provoquer des troubles du comportement chez des souris exposées à un stade sensible du développement du cerveau (peut-être via un métabolite). Du fait de cette toxicité apparente, la présence de décaBDE dans les œufs de prédateurs supérieurs est un résultat important et pertinent pour toute évaluation des risques à long terme. Pakalin et al (2007) note également que les méthodes de comparaison des CPE/CPSE normales décrites dans le document d'orientation technique de l'Union européenne ne s'appliquent pas dans cette situation.</p> <p>Voir également paragraphe 8.</p>		
<p>Décabromodiphényléthane (DBDPE) N° CAS : 84852-53-9</p>	<p>SAYTEX 8010 Firemaster 2100</p>	<p>Polystyrène-choc Textiles Additif</p>	<p>Disponible commercialement et utilisé largement. Le DBDPE a été introduit au milieu des années 1980 et est</p>	<p>Les données disponibles indiquent que le décabromodiphényléthane (DBDPE) est potentiellement persistant. Il n'est pas susceptible de dégradation abiotique (par exemple, hydrolyse) et n'est pas aisément</p>	<p>D'après une Partie, le DBDPE est couramment utilisé dans le polystyrène-choc et</p>	<p>Techniquement faisable et largement utilisé</p>

Produit chimique	Noms commerciaux	Application déclarée	Disponibilité	Propriétés relatives à l'hygiène, la sécurité et l'environnement (HSE)	Coûts	Efficacité
	Planelon BDE S8010	retardateur de flamme	devenu commercialement disponible comme solution de remplacement des formulations de décaBDE au début des années 1990. L'Europe ne produit pas de DBDPE, mais les importations en 2001 étaient estimées entre 1 000 et 5 000 tonnes, principalement à destination de l'Allemagne. Le DBDPE est le deuxième additif retardateur de flamme bromé le plus utilisé actuellement en Chine, avec une production en augmentation de 80 % par an (http://www.polymer.cn/). Il est produit par au moins deux entreprises chinoises : le volume de production de DBDPE en Chine en 2006 étaient de 12 000 tonnes (Xiao, 2006). Au Japon, il y a eu une nette inflexion de la consommation de décaBDE au profit du DBDPE.	<p>biodégradable dans des conditions aérobies dans l'environnement aquatique (c'est-à-dire 2 % d'après OCDE 301C). La persistance est liée à une solubilité dans l'eau faible (0,72 µg/l). (Environment Agency 2007, Pakalin et al. 2007).</p> <p>Le DBDPE présente un potentiel de danger pour les organismes aquatiques relativement faible en raison de sa faible solubilité dans l'eau. Il est également faiblement toxique pour les mammifères (Environment Agency 2007). Le DBDPE altère l'expression des gènes chez des embryons de poulet (Egloff et al. 2011), présente une toxicité aiguë pour <i>Daphnia magna</i>, diminue les taux d'éclosion d'œufs de danio zébré et augmente sensiblement la mortalité des larves écloses (Nakari & Huhtala 2010).</p> <p>Dans l'évaluation des risques réalisée par le Royaume-Uni, il n'a pas été possible d'établir de conclusions concernant la bioaccumulation, en l'absence de données fiables (Environment Agency 2007). Des données récentes montrent que, chez les poissons, le DBDPE se bioaccumule d'un ordre de grandeur supérieur à celui correspondant au décaBDE, ce qui indique qu'il peut être accumulé sensiblement dans les poissons (He et al. 2012). Le DBDPE est observé chez des espèces d'oiseaux prédateurs, telles que les faucons, et dans leurs œufs (Guerra et al. 2012), et chez les oiseaux aquatiques piscivores (Luo et al. 2009). Dans le réseau trophique du Lac Winnipeg, on a observé que le DBDPE se bioamplifiait (Law et al. 2009).</p> <p>Le DBDPE est détecté largement dans les échantillons environnementaux, les boues d'épuration, l'air, les sédiments, les poissons et les oiseaux, ainsi que dans la poussière des</p>	les textiles, avec un meilleur résultat que le HBCD et à un prix à peu près égal, et il a pratiquement remplacé le HBCD en 2011 dans ces applications en Chine.	

Produit chimique	Noms commerciaux	Application déclarée	Disponibilité	Propriétés relatives à l'hygiène, la sécurité et l'environnement (HSE)	Coûts	Efficacité
				<p>habitations et des bureaux (La Guardia et al. 2012). Dans une étude préalable nordique récente (NCM 2011), le DBDPE a été détecté dans 100 % des échantillons d'air, 50 % des sédiments, 100 % des boues d'épuration et 70 % des échantillons de biotes prélevés. Les concentrations étaient souvent comparables à celles observées pour les BDE-47 et BDE-209.</p> <p>Le DBDPE a également été détecté dans la poussière domestique aux États-Unis (Stapleton et al. 2008), en Belgique, au Royaume-Uni (Ali et al. 2011) et en Suède (Karlsson et al. 2007). Cette substance chimique est le principal retardateur de flamme bromé présent dans les cheveux humains dans les régions de Chine qui ne recyclent pas de déchets électroniques. Des corrélations notables ont été observées entre les niveaux présents dans les cheveux et ceux présents dans la poussière (Zheng et al. 2011), ce qui suggère des voies endogènes vers les cheveux.</p>		
Triphénylphosphate N° CAS : 115-86-6		Polystyrène-choc	Disponible commercialement et utilisé largement	<p>Selon une étude publiée par l'Agence danoise de protection de l'environnement (Danish EPA 2007), le triphénylphosphate est hautement toxique pour les algues, les invertébrés et les poissons, avec des valeurs typiques de $CL(E)_{50} < 1$ mg/l. Deux études de toxicité chronique chez les poissons font état de valeurs de DSEO comprises dans une fourchette de 0,014-0,23 mg/l, toutefois, la validité de ces études est sujette à caution. Des valeurs de $FBC > 100$ ont été rapportées dans plusieurs études à long terme sur différentes espèces de poissons, et le triphénylphosphate est considéré comme potentiellement bioaccumulable. Ceci est soutenu par la valeur de log Kow du triphénylphosphate (fourchette de 4,58-4,67). Le triphénylphosphate est intrinsèquement biodégradable, et il a été observé, par ailleurs, qu'il était biodégradé dans l'eau/les sédiments,</p>		Techniquement faisable et largement utilisé

Produit chimique	Noms commerciaux	Application déclarée	Disponibilité	Propriétés relatives à l'hygiène, la sécurité et l'environnement (HSE)	Coûts	Efficacité
				<p>dans des conditions aérobies ou anaérobies, et dans les systèmes des sols, dans diverses conditions. Les valeurs de log Kow et log Koc indiquent que la disponibilité et la mobilité du triphénylphosphate dans l'environnement sont limitées.</p> <p>Aucune donnée n'a été trouvée concernant l'exposition aiguë ou répétée chez l'homme. Le seul paramètre affecté dans l'étude danoise, dans les études alimentaires subaiguës et subchroniques chez les rats, était un retard dans la prise de poids (Danish EPA 2007). L'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (2005) fait état d'une toxicité systémique modérée et d'une écotoxicité aiguë et chronique élevées du triphénylphosphate comme étant deux caractéristiques préoccupantes. L'US Occupational Safety and Health Administration (OSHA) rapporte l'inhibition de la cholinestérase comme étant un effet de l'exposition au triphénylphosphate sur la santé (US OSHA 1999).</p> <p>L'Agence danoise de protection de l'environnement (Danish EPA 2007) est parvenue à la conclusion que le triphénylphosphate ne satisfaisait pas aux critères de persistance et de bioaccumulation dans l'évaluation sur les substances persistantes, bioaccumulables, toxiques.</p> <p>Le triphénylphosphate est considéré dangereux pour l'environnement en Allemagne, en raison de sa toxicité pour les organismes aquatiques (Leisewitz et al. 2000).</p> <p>Dans une étude récente, le triphénylphosphate était associé à une diminution substantielle de 19 % de la concentration du sperme chez l'homme (Meeker & Stapleton 2010).</p>		

Produit chimique	Noms commerciaux	Application déclarée	Disponibilité	Propriétés relatives à l'hygiène, la sécurité et l'environnement (HSE)	Coûts	Efficacité
Bisphénol A bis (diphénylphosphate) (BDP) N° CAS : 5945-33-5	Fyrolflex BDP	Polystyrène-choc Additif retardateur de flamme	Disponible commercialement et utilisé largement	<p>Le Bisphénol A bis (diphénylphosphate) (BDP) est un produit de réaction de l'oxychlorure de phosphore avec le bisphénol A et le phénol. Il peut contenir du bisphénol A à l'état d'impureté.</p> <p>D'après l'État de Washington (2006), les résultats des études de toxicité réalisées par l'industrie indiquent une toxicité faible pour l'homme et faible à moyenne pour les organismes aquatiques. On ne dispose d'aucune étude sur les cancers chez l'animal pour cette substance chimique ni d'aucune information sur les expositions potentielles chez l'homme. La substance chimique montre une tendance à persister dans l'environnement. La bioaccumulation n'a pas pu être évaluée.</p> <p>L'un des produits de dégradation du BDP est le bisphénol A (Washington State 2006), une substance dont le Canada a déclaré qu'elle satisfaisait aux critères de persistance et de toxicité concernant des altérations permanentes de la capacité hormonale, de développement et de reproduction (Environnement Canada 2008). En se fondant sur le potentiel de perturbation endocrinienne de son produit de dégradation, le bisphénol A, le bisphénol A bis (diphénylphosphate) a été classé comme présentant un caractère de perturbateur endocrinien élevé dans un projet d'évaluation de l'Union européenne (JRC 2011). La même évaluation a conclu que le BDP était hautement persistant et modérément à hautement bioaccumulable, avec de valeurs de FBC allant de 300 à 3 000 et un log Kow de 4,5–6.</p>		Techniquement faisable et largement utilisé
Diphénylcrésylphosphate N° CAS : 26444-49-5		Polystyrène-choc	Disponible commercialement et utilisé largement	Le diphénylcrésylphosphate est mal caractérisé mais paraît être toxique pour les organismes aquatiques et non-aisément biodégradable		Techniquement faisable et largement utilisé

Produit chimique	Noms commerciaux	Application déclarée	Disponibilité	Propriétés relatives à l'hygiène, la sécurité et l'environnement (HSE)	Coûts	Efficacité
				(OECD SIDS). D'après Washington State (2006), sa demi-vie dans l'eau est de 4,86 ans, son FBC de 980 et il présente une toxicité aquatique modérée, une toxicité pour le développement et la reproduction, mais n'est pas mutagène et présente une toxicité par voie orale faible.		
Paraffines chlorées (C10-13) N° CAS : 85535-84-8		Textiles	Disponible et utilisé largement	Les paraffines chlorées à chaîne courte (chloroalcanes, C ₁₀₋₁₃) avec un degré de chloration supérieur à 48 % ont été proposées en vue de leur inscription comme polluants organiques persistants en vertu de la Convention de Stockholm et sont actuellement en cours d'examen par le Comité d'étude des polluants organiques persistants. Les paraffines chlorées (C ₁₀₋₁₃) évaluées comme des paraffines chlorées à chaîne courte satisfont à la définition de « toxiques » en vertu des critères de l'article 64 a) de la Loi canadienne de protection de l'environnement de 1999 et aux critères de persistance et de bioaccumulation et ont fait l'objet d'une quasi-élimination. Au Canada, ces substances ont été incluses dans le projet de Règlement sur certaines substances toxiques interdites (2012) (http://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/fra/reglements/detailreg.cfm?intReg=87).	Largement utilisé	Techniquement faisable et largement utilisé
Polyphosphate d'ammonium N° CAS : 68333-79-9		Textiles	Disponible et utilisé largement	On dispose de peu d'information sur les propriétés. Il n'existe aucune donnée sur la bioaccumulation. Au Canada, la substance chimique est classée comme persistante et intrinsèquement toxique.	Largement utilisé	Techniquement faisable et largement utilisé

2.2. Informations complémentaires sur la production et l'utilisation d'hexabromocyclododécane

9. Récemment, la disponibilité de HBCD a été restreinte en raison de problèmes dans la production du cyclododécatriène, précurseur de le HBCD. Les problèmes d'offre pourraient contribuer à accélérer l'adoption de solutions de remplacement par les industries qui en utilisent le HBCD.
10. Les nouvelles données suivantes, concernant la production et les importations, ont été reçues :
- La Chine a déclaré avoir produit 18 000 tonnes de HBCD en 2011, dont 5 500-6 000 tonnes ont été exportées.
 - Le Mexique a déclaré avoir importé 467 tonnes de HBCD en 2011.
11. Les nouvelles informations suivantes, concernant l'utilisation de HBCD, ont été reçues :
- En Amérique du Nord, l'ensemble du polystyrène extrudé produit actuellement contient de le HBCD. Il existe quatre producteurs. Les concentrations utilisées actuellement se situent dans une fourchette de 0,7 %-1,0 %.
 - D'après la base de données du Chemical Data Reporting (CDR) de 2006 de l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis, les applications dans les tissus, les textiles et l'habillement représentaient moins de 1 % des utilisations de HBCD par les entreprises et les consommateurs. <http://www.epa.gov/iur>
 - Concernant le HBCD utilisé en Chine, 9 000 tonnes sont utilisées pour le polystyrène expansé et 3 000 tonnes pour le polystyrène extrudé.
 - La Pologne a déclaré avoir utilisé 364 tonnes de HBCD dans le polystyrène expansé et 90 tonnes dans le polystyrène extrudé en 2011.
 - Le Mexique a déclaré avoir importé 467 tonnes de HBCD en 2011.

3. Résumé des informations pertinentes pour l'évaluation de la gestion des risques

12. La production mondiale de HBCD en 2011 était estimée à 31 000 tonnes, soit un volume légèrement supérieur ce qui avait été estimé dans l'évaluation de la gestion des risques (UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1) qui s'explique par une augmentation de 20 % de la production chinoise en 2011.

Disponibilité

13. Des substances chimiques de remplacement de le HBCD ont été développées, notamment un substitut pour la production en une étape de polystyrène expansé et la production de polystyrène extrudé. Cette solution de remplacement deviendra progressivement disponible sur le marché à partir de 2012. En 2014, ce retardateur de flamme polymérique bromé sera disponible auprès de deux sociétés aux États-Unis (Chemtura, Albemarle) et d'une société en Israël (ICL-IP). Leur production combinée devrait suffire pour remplacer le HBCD en 3-5 ans.

14. Deux autres retardateurs de flamme bromés (le 1,1'-(1-méthyléthylidène)bis[3,5-dibromo-4-(2,3-dibromo-2-méthylpropoxy)]benzène, n° CAS : 97416-84-7 et le tétrabromobisphénol A bis(2,3-dibromopropyléther) (TBBPA-DBPE), n CAS : 21850-44-2, avec du dicumène pour le polystyrène extrudé et du peroxyde de dicumyle pour le polystyrène expansé comme synergistes usuels, c'est-à-dire Starflame/GC SAM) paraissent convenir pour remplacer le HBCD dans le procédé en une étape pour le polystyrène expansé. Cependant, on ne dispose d'aucune information concernant la disponibilité de la première substance chimique, et la deuxième n'a pas encore été commercialisée. Le procédé de production en deux étapes de polystyrène expansé, moins courant, utilise déjà des retardateurs de flamme de remplacement de le HBCD. La viabilité du retardateur de flamme polymérique pour le procédé de production en deux étapes de polystyrène expansé est en cours de test.

15. La disponibilité actuelle de substances chimiques de remplacement de le HBCD dans le polystyrène-choc et les textiles a été à nouveau mentionnée dans les réponses. Des techniques de construction et des matériaux retardateurs de flamme de remplacement ont été identifiés dans l'évaluation de la gestion des risques pour l'hexabromocyclododécane (UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1).

Durée de la transition

16. Une fois qu'une solution de remplacement quelconque sera devenue disponible dans des quantités commerciales, il faudra un certain temps à l'industrie pour obtenir la qualification et la recertification des produits à base de billes et de mousse de polystyrène selon les normes de résistance au feu. D'après des informations émanant de l'industrie au Canada, une période d'au moins 5 ans est nécessaire pour réaliser la conversion complète vers une solution de remplacement. Cependant, bien que le retardateur de flamme polymérique ne soit pas encore disponible à une échelle commerciale, les utilisateurs en aval ont déjà testé cette solution de remplacement et les résultats communiqués se sont révélés positifs.

Coûts

17. Certaines Parties ont indiqué dans leurs réponses les coûts supérieurs du retardateur de flamme polymérique par rapport au HBCD. Cependant, aucune valeur financière n'a été présentée pour soutenir ce point. D'après l'un des producteurs du retardateur de flamme polymérique, la fabrication de produits ignifugés à partir de la solution de remplacement de le HBCD ne devrait pas avoir d'impact sensible sur la compétitivité en termes de coûts du polystyrène expansé ou extrudé. On ignore toujours si le retardateur de flamme constitue un facteur important dans le prix du produit final (panneau d'isolation en polystyrène expansé ou extrudé). Des estimations plus précises des coûts ne seront pas disponibles tant que le retardateur de flamme polymérique ne sera pas complètement commercialisé.

18. Il y aura des coûts supplémentaires unitaires pour l'industrie dus, par exemple, aux essais des usines pilotes et à la qualification des produits. Cependant, ces coûts sont indépendants de la solution de remplacement et on a estimé, par exemple, au Canada, qu'ils se situaient dans une fourchette basse de quelques millions de dollars canadiens.

Efficacité

19. D'après les déclarations, le retardateur de flamme polymérique aurait une efficacité comme retardateur de flamme essentiellement équivalente à celle de le HBCD lorsqu'il est employé à teneur en brome équivalente. D'après Great Lakes Solutions, 1,7 % d'Emerald 3000 (nom commercial) est nécessaire pour valider le niveau Euroclasse E du test d'inflammabilité. La teneur requise est ainsi comparable à la teneur de HBCD (0,5-2,5 % de HBCD p./p.) dans les mousses de polystyrène. D'après les déclarations, le tétrabromobisphénol A bis(2,3-dibromopropyléther) (TBBPA-DBPE), n° CAS : 21850-44-2, avec du dicumène pour le polystyrène extrudé et du peroxyde de dicumyle pour le polystyrène expansé comme synergistes usuels (c'est-à-dire Starflame/GC SAM), aurait des propriétés comme retardateur de flamme de 20-30 % inférieures à celles de le HBCD.

20. Il apparaît que le décabromodiphényléthane et autres solutions de remplacement ont largement remplacé le HBCD dans le polystyrène-choc et les textiles, avec une efficacité meilleure que celle de le HBCD et un prix égal.

Effets sur la santé et l'environnement

21. L'objectif de la promotion de l'utilisation de solutions de remplacement en vertu de la Convention est de protéger la santé humaine et l'environnement. Le remplacement de polluants organiques persistants par d'autres substances chimiques dangereuses devrait donc être évité et des solutions de remplacement plus sûres devraient être recherchées (UNEP/POPS/POPRC.5/10/Add.1).

22. D'après les informations figurant dans les fiches de données de sécurité (FDS) et l'évaluation des dangers réalisée par l'industrie, le retardateur de flamme polymérique est potentiellement persistant, mais il n'est ni bioaccumulable, ni toxique. Cependant, il n'existe, pour l'heure, aucune étude indépendante de ses propriétés. Aucune information HSE n'est disponible pour le 1,1'-(1-méthyléthylidène)bis[3,5-dibromo-4-(2,3-dibromo-2-méthylpropoxy)] benzène (n° CAS : 97416-84-7). Une troisième substance chimique de remplacement, basée sur le TBBPA-DBPE (n° CAS : 21850-44-2), présente une toxicité faible et est peu susceptible de se bioaccumuler. Elle pourrait, cependant, présenter un potentiel cancérigène et sa persistance n'a pas été étudiée en profondeur. Elle a également été détectée dans la poussière domestique.

Références

- Ali N, Harrad S, Goosey E, Neels H, Covaci, A. (2011) "Novel" brominated flame retardants in Belgian and UK indoor dust: Implications for human exposure. *Chemosphere* 83 (2011) 1360–1365.
- Brown, T. N. and Wania, F. (2008) Screening chemicals for the potential to be persistent organic pollutants: a case study of arctic contaminants. *Environ. Sci. Technol.* 42 :5202-5209.
- Danish EPA (2007). Danish Environmental Protection Agency. Health and Environmental Assessment of Alternatives to Deca-BDE in Electrical and Electronic Equipment, 170 p. <http://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2007/978-87-7052-351-6/pdf/978-87-7052-352-3.pdf>
- ECB, 2006. European Chemicals Bureau. European Union Risk Assessment Report. TBBP-A. CAS No: 79-94-7. EINECS No: 201-236-9. Office for Official Publications of the European Communities. http://esis.jrc.ec.europa.eu/doc/risk_assessment/REPORT/tbbpaHHreport402.pdf
- Environment Agency for England and Wales (2007). Environmental Risk Evaluation Report: 1'1-(Ethane-1,2-diyl)bis[penta-bromobenzene] CAS No: 84852-53-90. Published by Environment for England and Wales Agency. 126 p. <http://publications.environment-agency.gov.uk/PDF/SCHO0507BMOR-E-E.pdf>
- Environnement Canada, Santé Canada (2008). Évaluation préalable finale pour le défi concernant le Phénol, 4,4'-(1-méthyléthylidène)bis (Bisphénol-A), Numéro de registre du Chemical Abstracts Service 80-05-7. 125 p. <http://www.ec.gc.ca/ese-ees/default.asp?lang=En&n=3C756383-1>
- Environnement Canada 2010. Rapport sur l'état des connaissances scientifiques écologiques concernant le décabromodiphényléther (décaBDE). Bioaccumulation et Transformation. 180 p. http://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/documents/substances/decabde/rapport_cse_decabde-fra.pdf
- European Commission 2002. Risk Assessment Report Volume 17 Bis(Pentabromophenyl)Ether. CAS No: 1163-19-5. EINECS No: 214-604-9. Luxembourg Office for Official Publications of the European Communities. 294 p. http://esis.jrc.ec.europa.eu/doc/existing-chemicals/risk_assessment/REPORT/decabromodiphenyletherreport013.pdf
- Egloff C, Crump D, Chiu S, Manning G, McLaren KK, Cassone CG, Letcher RJ, Gauthier LT, Kennedy SW (2011) In vitro and in ovo effects of four brominated flame retardants on toxicity and hepatic mRNA expression in chicken embryos, *Toxicol. Lett.* 207:25-33.
- Fisk PR, Girling AE, Wildey RJ (2003). Prioritisation of flame retardants for environmental risk assessment. Environment Science Agency. http://www.ec.europa.eu/environment/waste/stakeholders/industry_assoc/ebfrp/annex2.pdf
- Guerra P, Alae M, Jimenez B, Pacepavicius G, Marvin C, MacInnis G, Eljarrat E, Barcelo D, Champoux L, Fernie K (2012) Emerging and historical brominated flame retardants in peregrine falcon (*Falco Peregrinus*) eggs from Canada and Spain, *Environ. Int.* 40:179-186.
- He JM, Luo XJ, Chen MY, Sun YX, Chen SJ, Mai BX (2012) Bioaccumulation of polybrominated diphenyl ethers and decabromodiphenyl ethane in fish from a river system in a highly industrialized area, South China, *Sci. Total Environ.* 419:109-115.
- JRC 2011. Discussion on "Hazardous Substances" Criterion Investigation of Request for Derogation. Draft working document. <http://susproc.jrc.ec.europa.eu/imaging-equipment/docs/Ecolabel%20Criterion%20Derogations%20Hazardous%20Substances.pdf>
- Karlsson, M., Julander, A., van Bavel, B., Hardell, L. (2007) Levels of brominated flame retardants in blood in relation to levels in household air and dust. *Environ. Int.* 33:62-69.
- KLIF 2009. Norwegian Pollution Control Authority. Current State of Knowledge and Monitoring requirements for emerging "new" brominated flame retardants in flame retarded products and the Environment. 114 p. <http://www.klif.no/publikasjoner/2462/ta2462.pdf>
- La Guardia MJ, Hale RC, Harvey E, Mainor TM, Ciparis S (2012) In situ accumulation of HBCD, PBDEs, and several alternative flame retardants in the bivalve (*Corbicula fluminea*) and gastropod (*Elimia proxima*), *Environ. Sci. Technol.* 46:5798-5805.
- Law K, Halldorson T, Danell R, Stern G, Gewurtz S, Alae M, Marvin C, Whittle M, Tomy G (2006) Bioaccumulation and trophic transfer of some brominated flame retardants in a Lake Winnipeg (Canada) food web, *Environ. Toxicol. Chem.* 25:2177-2186.

- Leisewitz, A., H. Kruse and E. Schramm (2000). German Federal Ministry of the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, Substituting Environmentally Relevant Flame Retardants: Assessment Fundamentals. Research report 204 08 642 or 207 44 542.
- Luo XJ, Zhang XL, Liu J, Wu JP, Luo Y, Chen SJ, Mai BX Yang ZY (2009) Persistent halogenated compounds in waterbirds from an e-waste recycling region in South China, *Environ. Sci. Technol.* 43:306-311.
- Meeker JD, Stapleton HM (2010) House dust concentrations of organophosphate flame retardants in relation to hormone levels and semen quality parameters, *Environ. Health Perspect.* 118:318-323.
- Nakari T, Huhtala S (2010) In vivo and in vitro toxicity of decabromodiphenyl ethane, a flame retardant, *Environ. Toxicol.* 25:333-338.
- NCM 2011. Nordic Council of Ministers. Brominated Flame Retardants (BFR) in the Nordic Environment. TemaNord 2011:528. Copenhagen. 86 p.
<http://www.norden.org/sv/publikationer/publikationer/2011-528>
- NIEHS (2002). National Institute of Environmental Health Science. Tetrabromobisphenol A bis(2,3-dibromopropyl ether) [21850-44-2]. Review of the Toxicological Literature. November 2002. Available at http://ntp.niehs.nih.gov/ntp/htdocs/Chem_Background/ExSumPdf/TBBPA-BDPE.pdf
- OECD SIDS. DIPHENYL CRESYL PHOSPHATE CAS No: 26444-49-5.
<http://www.inchem.org/documents/sids/sids/26444495.pdf>
- Pakalin, S., Cole, T., Steinkellner, J., Nicolas, R., Tissier, C., Munn, C., and Eichenreich, S. (2007) Review on production processes of decabromodiphenyl ether (DecaBDE) used in polymeric applications in electrical and electronic equipment, and assessment of the availability of potential alternatives to DecaBDE). European Chemicals Bureau, Institute of Health and Consumer Protection, Joint Research Centre, European Commission. (EUR 22693 EN).
<http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/11111111/5259/1/EUR%2022693.pdf>
- Stapleton, H.M., Allen, J.G., Kelly, S.M., Konstantinov, A., Klosterhaus, S., Watkins, D., McClean, M.d. and Webster, T.F. (2008) alternate and New Brominated Flame Retardants Detected in U.S. house dust. *Environ. Sci. Technol.* 42:6910-6916.
- US EPA 2005. Environmental Profiles of Chemical Flame-Retardant Alternatives. Alternatives for Low-Density Polyurethane Foam. United States Environmental Protection Agency. 153 p.
<http://www.epa.gov/dfe/pubs/index.htm#ffr>
- US OSHA (1999). US Occupational Safety and Health Administration. Chemical Sampling Information, 19 January 1999. http://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_274400.html
- Von der Recke R, Vetter W (2007) Synthesis and characterization of 2,3-dibromopropyl-2,4,6-tribromophenyl ether (DPTE) and structurally related compounds evidenced in seal blubber and brain, *Environ. Sci. Technol.* 41:1590-1595.
- Washington State Polybrominated Diphenyl Ether (PBDE) Chemical Action Plan: Final Plan, January 19, 2006. Department of Ecology Publication No. 05-07-048, Department of Health Publication No. 334-079 <http://www.ecy.wa.gov/biblio/0507048.html>
- Xiao, 2006. A perspective on the development of brominated flame retardants in China.
http://www.polymer.cn/html/industrynews/200612/15/_2007529102655763.htm
- Zheng J, Luo XJ, Yuan JG, Wang J, Wang YT, Chen SJ, Mai BX, Yang ZY (2011) Levels and sources of brominated flame retardants in human hair from urban, e-waste, and rural areas in South China, *Environ. Pollut.* 159:3706-3713.
-