

Rapport

Rapport sur les Retardateurs de Flamme Bromés dans les pays de la Méditerranée

Méditerranée



Centre d'Activités Régionales pour la Production Propre (CAR/PP)
Plan d'Action pour la Méditerranée



Centre d'Activités Régionales
pour la Production Propre



 Generalitat de Catalunya
Gouvernement de la Catalogne
**Ministère de l'Environnement
et du Logement**

Remarque : Cette publication peut-être reproduite intégralement ou partiellement, à des fins éducatives et non-lucratives, sans consentement spécifique du Centre d'activités régionales pour la production propre (CAR/PP), à la stricte condition que l'origine des informations soit mentionnée. Le CAR/PP souhaite recevoir un exemplaire de toute publication pour laquelle ce matériel aurait servi de source.

L'exploitation des ces informations n'est pas autorisée à des fins commerciales ou de vente sans le consentement écrit du CAR/PP.

Si vous considérez qu'un point de l'étude peut faire l'objet d'une amélioration ou si vous détectez des imprécisions, nous vous remercions de bien vouloir nous en faire part.

Le Centre d'Activités Régionales pour la Production Propre (CAR/PP), dont le siège se trouve à Barcelone – Espagne, a été créé en 1996. Sa mission vise à promouvoir des mécanismes qui mènent à des modèles de consommation et de production durables et à une gestion rationnelle des produits chimiques dans les pays méditerranéens. Les activités du CAR/PP sont financées par le gouvernement espagnol une fois proposées et approuvées par les Parties Signataires de la Convention de Barcelone et par la Commission Bilatérale de Suivi constituée par des représentants des gouvernements espagnol et catalan.

Étude publiée en 2009

Si vous souhaitez solliciter des copies de l'étude ou pour tout renseignement supplémentaire, contactez le :

Centre d'activités régionales pour la production propre (CAR/PP)

Dr Roux, 80
08017 Barcelona (España)
Tél. +34 93 553 87 90 – Fax. +34 93 553 87 95
cleanpro@cprac.org
www.cprac.org

Sommaire

1. INTRODUCTION	7
2. STATUT ET TENDANCES D'UTILISATION DES RFB.....	8
3. CADRE INTERNATIONAL.....	14
3.1 CADRE LEGAL	14
3.1.1 <i>International</i>	14
3.1.2 <i>Européen</i>	23
3.2 STATUT LEGAL INTERNATIONAL DES RFB	26
3.2.1 <i>Le TBBPA</i>	26
3.2.2 <i>Le déca-BDE</i>	27
3.2.3 <i>Le HBCDD</i>	29
3.2.4 <i>Le Penta-BDE et l'Octa-BDE</i>	30
3.2.5 <i>Les PBB</i>	31
4. ÉTAT DE L'ART SUR LES PROPRIETES TOXICOLOGIQUES.....	32
4.1 LE TBBPA	32
4.2 LE DECA-BDE.....	34
4.3 LE HBCDD	36
4.4 LE PENTA-BDE	37
4.5 L'OCTA-BDE	39
5. ALTERNATIVES AUX RFB ACTUELS	43
6. LE STATUT DES RFB DANS LA REGION MEDITERRANEENNE	47
6.1 CADRE LEGAL ET ADMINISTRATIF	47
6.1.1 <i>La Croatie</i>	48
6.1.2 <i>Chypre</i>	49
6.1.3 <i>Israël</i>	49
6.1.4 <i>La Libye</i>	49
6.1.5 <i>Monaco</i>	49
6.1.6 <i>La Serbie</i>	50
6.1.7 <i>La Syrie</i>	50
6.2 PRODUCTION, USAGE ET STOCKS.....	51
6.2.1 <i>La Croatie</i>	52
6.2.2 <i>Chypre</i>	52
6.2.3 <i>Israël</i>	52

6.2.4	<i>La Libye</i>	52
6.2.5	<i>Monaco</i>	52
6.2.6	<i>La Serbie</i>	52
6.2.7	<i>La Syrie</i>	53
6.3	MESURES RELATIVES AUX RFB ET PREOCCUPATIONS PRINCIPALES.....	53
6.3.1	<i>La Croatie</i>	54
6.3.2	<i>Chypre</i>	54
6.3.3	<i>Israël</i>	55
6.3.4	<i>La Libye</i>	55
6.3.5	<i>Monaco</i>	55
6.3.6	<i>La Serbie</i>	55
6.3.7	<i>La Syrie</i>	56
7.	CONCLUSIONS	57
8.	PROPOSITIONS	59
9.	BIBLIOGRAPHIE	61

1. Introduction

Le Centre d'Activités Régionales pour une Production Propre (CAR-PP) fait partie des six Centres d'Activités Régionales existants dans le cadre du Plan d'Action pour la Méditerranée (MAP), qui ont lancé la Convention pour la Protection de la Mer Méditerranée contre la Pollution (Convention de Barcelone). Le but du centre est de « promouvoir les bonnes pratiques en termes de production, de consommation et de gestion chimique écologique des déchets en région méditerranéenne ».

Lors de la troisième Conférence des Parties Contractantes à la Convention de Stockholm organisée à Dakar en 2007, le Gouvernement espagnol a présenté la candidature du CAR-PP comme Centre Régional pour la Convention de Stockholm. Suite à cette présentation, le CAR-PP a été désigné comme Centre Nominé pour la Convention de Stockholm en février 2008. Par la décision de la COP4, qui s'est réuni à Genève au mois de mai 2009, le CAR-PP a finalement été retenu comme Centre Régional pour le « développement des capacités » et le « transfert des technologies » dans le cadre de la Convention de Stockholm.

Dans ce contexte, une des activités prévues par le CAR-PP est l'élaboration d'un rapport au sujet des retardateurs de flamme bromés (RFB) dans les pays méditerranéens. Le but est de recenser toutes les informations disponibles au sujet de la production et la consommation de RFB dans les pays méditerranéens, afin d'identifier les secteurs potentiellement utilisateurs de RFB, leur usage, les produits contenant des RFB ainsi que les activités ou les circonstances pouvant mener à une exposition à ces substances.

2. Statut et tendances d'utilisation des RFB

Les polymères synthétiques ont largement remplacé l'usage du bois, du verre et des métaux dans les secteurs du bâtiment, de l'automobile et des transports publics et d'autres secteurs publics. Ces matériaux synthétiques sont souvent des plastiques issus du pétrole, très inflammables, et qui propagent rapidement les flammes (Jannsen, 2005). Afin d'atteindre les normes de prévention du feu et de réduire l'incidence, les retardateurs de flamme ont été ajoutés aux produits de consommation pendant plusieurs décennies, afin de réduire le nombre de victimes et de dégâts matériels causés par les incendies. Il est cependant important de noter que bien que les produits tels que les RFB aient tendance à moins brûler, ils demeurent toujours inflammables.

La volonté de réduire les causes de feu par des agents chimiques remonte aux alentours de 450 av. JC., lorsque les Égyptiens utilisaient l'aluminium pour diminuer l'inflammabilité du bois. Plus tard, aux environs de 200 av. J.C. les Romains utilisaient un mélange d'aluminium et de vinaigre pour réduire la combustibilité du bois (Hindersinn, 1990, on Alae, 2003).

De nos jours, il existe plus de 175 variétés de retardateurs de flamme, généralement divisées en différentes catégories, à savoir : les retardateurs de flamme organiques halogénés (communément bromés ou chlorés) ; les retardateurs de flamme contenant du phosphore ou de l'azote ; et les retardateurs de flamme inorganiques. Les retardateurs de flamme bromés (RFB) constituent à présent le groupe le plus commercialisé en raison de leur efficacité et de leur faible coût (Birnbaum, *et. al.*, 2004).

Les retardateurs de flamme bromés forment un groupe de substances de nature chimique très variée. Parmi ce groupe, on remarque des composés organiques tels que les diphenyléthers aromatiques, les aliphatiques, les aliphatiques cycliques, les dérivés du phénol, ou les dérivés de l'anhydride phtalique. Leur trait commun résulte de leur fonction – ils sont tous commercialisés comme retardateurs de flamme - et ils contiennent tous des atomes de brome (Commission OSPAR, 2001).

Les RFB sont utilisés comme composants dans une grande variété de polymères tels que les mousses de polystyrène, le polystyrène à haute résistance et les résines époxydiques. Ces polymères sont employés dans une large gamme de biens de consommation, comme les ordinateurs, les télévisions et d'autres équipements électriques et électroniques, les textiles, les matériaux d'isolation en mousse, le rembourrage de meubles, et d'autres éléments de construction. Le Tableau 1 montre le détail de l'usage des RFB et leur distribution selon les produits de consommation commercialisés. D'autre part, vis-à-vis de l'importance des RFB selon les secteurs d'activité, la Figure 1 montre

leur distribution en 2001. D'après cette figure, les appareils électriques et électroniques sont de loin les produits contenant le plus de RFB.

Tableau 1. Exemples de produits de RFB selon les composés chimiques

Nom chimique	Produits typiques
Éther de Pentabromodiphényle (Penta-BDE, PBDE, ou Penta)	Mousses de polyuréthane: matelas, coussins de siège, rembourrage de meubles et emballages. En outre: rembourrage de tapis, imitation du bois, peintures, panneaux d'isolation, panneaux d'isolation du son, composants de petite électronique, revêtements textiles, résines époxyques, tapis roulants.
Éther d'Octabromodiphényle (Octa-BDE, OBDE, or Octa)	Plastique acrylonitrile butadiène styrène (ABS): boîtiers de fax, d'ordinateurs et d'autres appareils électroniques. En outre: ornements de voiture, téléphones, boîtiers d'électroménagers de cuisine, composants de petite électronique, équipements d'audio et vidéo, produits télécommandés.
Éther de Décabromodiphényle (Deca-BDE, DBDE or Deca)	Plastique de polystyrène à haute résistance au choc (HIPS) : boîtier de téléviseurs, d'ordinateurs, de stéréos et d'autres appareils de petite électronique. En outre : téléphones portables.
	Plastiques divers: polycarbonates, résines de polyester, polyamides, polyvinyl chloride, polypropylènes, terephthalates (PBT and PET), et caoutchouc. En outre: textiles de rembourrage (sofas, chaises, backcoating), peintures, câbles en caoutchouc, éclairage (panneaux, prises de lampe), détecteurs de fumée, équipement électrique (connecteurs, fils, câbles, fusibles, boîtiers, boîtes, interrupteurs), sièges de stade.
Tétrabromobisphénol A (TBBPA)	Retardateur de flamme de type réactif : résines époxyques et polycarbonées. En outre: planches de circuits imprimés en électronique (96%), boîtiers pour équipement de bureau.
	Retardateur de flamme de type additif: plastiques variés, papier et textiles. En outre: boîtiers d'ordinateurs, de moniteurs, de téléviseurs, équipement de bureau, couches adhésives en papier et en textile.
Hexabromocyclododécane (HBCDD)	Plastiques variés: Polystyrène (EPS, XPS), polystyrène à haute résistance au choc, polypropylène. En outre: textiles et revers de tapis, boîtiers de téléviseurs et d'ordinateur, textiles des voitures, matériaux de construction (panneaux d'isolation, blocs de construction, isolation thermique, plafonds), mousses de rembourrage, classeurs de latex.

Source: Janssen, 2005

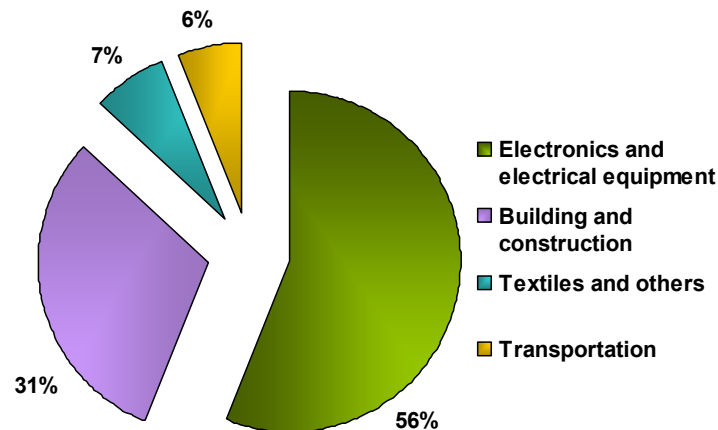


Figure 1. Les retardateurs de flamme bromés dans les produits de commercialisation et de consommation (Source: BSEF, 2001).

Les retardateurs de flamme agissent sur deux fronts : soit en prévenant la combustion, soit en prévenant la propagation du feu. D'une part la capacité de combustion des produits se réduit à mesure que le retardateur de flamme augmente sa capacité thermique, c'est-à-dire, la capacité d'un corps à garder la chaleur. D'autre part, lors que le feu a déjà démarré, ces substances permettent de ralentir la propagation des flammes en créant une couche gazeuse non combustible tout au long de la limite du feu (US EPA 2005).

Lorsque les matériaux ne contiennent pas de RFB, une série de réactions chimiques se produisent dans la phase gazeuse quand l'oxygène se combine aux composants chimiques du produit et favorisent la propagation de la combustion. Le rôle des RFB est d'interrompre certaines de ces réactions en introduisant des halogènes volatiles dont l'objet est de réagir avec le produit à la place de l'oxygène, et en ralentissant ainsi sa combustion.

Les RFB sont classés comme additif ou réactif :

- **Additif** : ils sont ajoutés au produit manufacturé sans créer de liaisons ou sans réagir avec celui-ci. Ils sont ainsi ajoutés au produit et répartis de façon homogène sans qu'il n'y ait de réaction. En général, les retardateurs de flamme bromés réagissent quand ils sont chauffés et (a) soit ils émettent des substances qui déplacent l'oxygène nécessaire pour brûler, (b) soit ils forment une couche protectrice sur toute la surface du produit inflammable, limitant ainsi l'accès du feu aux sources de combustible, (c) soit une combinaison des deux mécanismes précédents. Plus précisément, les RFB agissent dans la phase gazeuse en

libérant des radicaux de brome. Les PBDE et HBCDD constituent des exemples de composant additif.

- Réactif : ils sont chimiquement liés aux polymères. Cette liaison chimique est une conséquence de l'incorporation des RFB au squelette du polymère lors de la réaction de polymérisation ou de leur greffage sur le polymère. Cela prévient d'un éventuel lessivage et/ou volatilisation du retardateur de flamme. En outre, ils n'ont pas d'effet plastifiant et n'affectent pas la stabilité thermique du polymère. Les RFB réactifs sont notamment utilisés dans les fibres plastiques, où ils peuvent être facilement incorporés, notamment dans les polyesters, les résines époxydiques et les polyuréthanes (RIKZ, 2000). Aussi, les retardateurs de flamme sont généralement ajoutés aux matières premières achetées et reçues par les fabricants en fin de cycle. Un exemple de composant réactif est le TBBPA.

Depuis le début de leur production commerciale, dans les années 1960, plus de 75 RFB commercialisés ont été recensés. Parmi ces catégories chimiques, on retrouve des bisphénols bromés, des dyphényléthers, des cyclododécane, des byphéniles, des phénols, des phénoxyétanes, et des dérivés de l'acide phtalique. L'utilisation individuelle des retardateurs de flamme dans les produits dépend du type de polymère, de son comportement, de sa durabilité et de l'esthétique du produit fini (Jannsen, 2005). Malgré leurs différentes formulations chimiques et compositions variées, les RFB contiennent tous au moins un atome de brome.

Le brome est un élément largement présent dans la nature, principalement dans l'eau de mer, les lacs salés, les mers intérieures et la croûte terrestre. Il est utilisé dans de nombreuses applications industrielles, telles que la purification de l'eau, les pesticides agricoles, les batteries de voitures, les produits pharmaceutiques, les solvants et dans le domaine de la photographie. Sa principale application est la production des retardateurs de flamme (Jannsen, 2005). La demande globale de l'utilisation du brome dans les retardateurs de flamme s'est notamment accrue ces dernières années, passant de 8% en 1975 à 39% en 2000, pour une croissance annuelle moyenne de 2% entre 1990 et 2000 (Birnbaum, et al. 2004). Il existe cependant peu de masses d'eau salée dans le monde ayant une concentration de brome assez élevée pour rendre ce processus commercialement viable. Quelques exemples se situent aux États-Unis, qui ont produit 243.000 tonnes en 2006, et dans la Mer Morte en Israël (179.000 tonnes en 2006). La Chine est le troisième producteur mondial de brome, avec 124.000 tonnes en 2006 (USGS, 2008). Dans l'Union Européenne, le Royaume Uni est le producteur le plus important, avec 32.000 tonnes de brome produites annuellement, suivi par le Japon qui produit 20.000 tonnes par an (Alaee, 2003). En 2006, la production mondiale de brome était de 643.000 tonnes (USGS, 2008).

L'explosion des ventes d'ordinateurs à usage personnel et d'autres appareils électroniques depuis les années 1980 a entraîné une augmentation substantielle de la demande de RFB. D'après les données du Forum pour l'Environnement et la Science du Brome, plus de 90% des plaques de circuits imprimés contiennent des RFB (BSEF, 2000). Ceci s'avère être un bon indicateur du rôle que jouent les RFB dans l'actualité si l'on tient compte de la croissance des appareils électroniques dans la vie quotidienne. La Figure 2 présente l'évolution de la demande mondiale des RFB de 1992 à 2004.

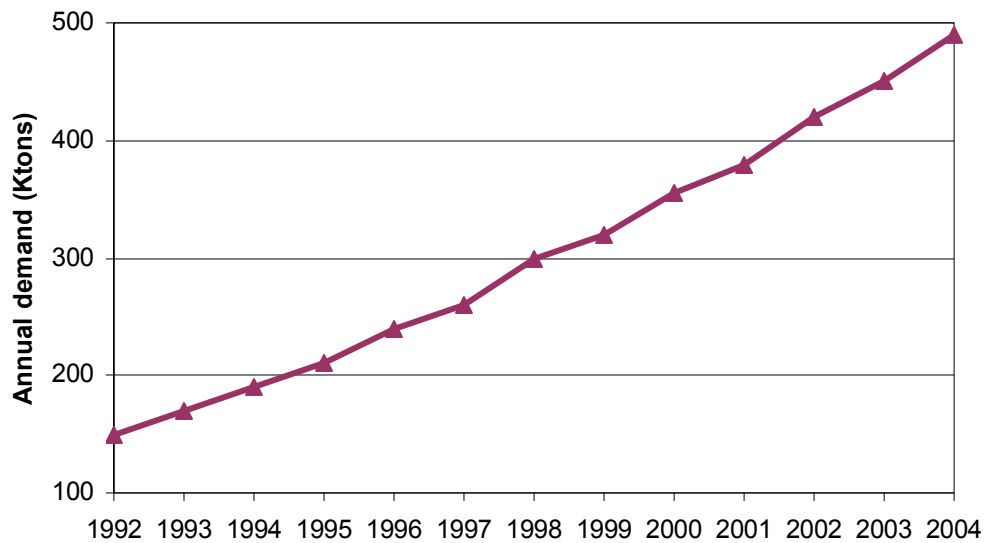


Figure 2: Evolution de la demande mondiale de RFB. (Source: RIKZ, 2000)

Même si les retardateurs de flamme permettent de sauver des vies et de prévenir des dommages importants aux biens, leur impact sur l'environnement et leurs effets sur la santé soulèvent des interrogations. Une partie d'entre eux se sont révélés nocifs pour l'environnement ou la santé et ne sont plus produits. Un des cas les plus connus est celui de la contamination accidentelle de la nourriture pour bétail avec un mélange de biphényles polybromés (PBB), survenu dans le Michigan (États-Unis), au début des années 1970, ce qui s'est traduit par une perte d'animaux et des impacts à long terme sur la santé des familles locales. Suite à cet événement, l'Amérique du Nord a suspendu la production de cette famille d'agents chimiques en 1979, et le dernier fabricant européen a cessé sa production en 2000 (Janssen, 2005).

A présent, trois grandes classes de RFB sont produites en grand volume dans le monde : les diphenyléthers polybromés (PBDEs), le tétrabromobisphénol A (TBBPA), et l'hexabromocyclododécane (HBCDD). La demande totale mondiale de ces composés chimiques était en 2001 de 203 740 tonnes métriques (BSEF, 2001), même si à l'échelle régionale des variations sont mises en évidence. D'après ce que l'on peut observer dans

le Tableau 2, deux RFB, le TBBPA et le déca-BDE, constituaient en 2001 87% de la demande du marché, tandis que l'HBCDD représentait 8% et deux autres mélanges commercialisés contribuaient à cette demande à une hauteur totale de 6%. Il est important de noter que les dénominations commerciales de PBDE sont ainsi formulées à partir du composant prédominant, lequel n'est pas le seul composé du groupe.

Tableau 2: Demande Totale de Retardateurs de Flamme Bromés (en tonnes métriques, 2001)

	Europe	Amériques	Asie	Autre	Total
TBBPA	11.600	18.000	89.400	600	119.600 (59%)
Déca-BDE	7.600	24.500	23.000	1.050	56.150 (28%)
HBCDD	9.500	2.800	3.900	500	16.700 (8%)
Penta-BDE	150	7.100	150	100	7.500 (4%)
Octa-BDE	610	1.500	1.500	180	3.790 (2%)
Total	29.460 (14,5%)	53.900 (26,5%)	117.950 (57,9%)	2.430 (1,2%)	

Source: BSEF, 2001.

En tenant compte de la distribution par région, l'Asie est de loin la plus grande consommatrice de RFB, avec environ 60% de la demande totale, suivie par l'Amérique du Nord et du Sud, et par l'Europe. Des différences remarquables sont mises en relief selon le type de RFB utilisé dans chaque région : l'Asie demande à peu près 75% du TBBPA alors que l'ensemble des deux Amériques consomme la plus grande quantité de déca-BDE (44%).

La Commission OSPAR, dans un rapport de 2001 (la même année que le BSFE précédemment mentionné) annonce que le TBBPA et le déca-BDE représentent 50% de la production totale de RFB dans le monde. Les 50% restant sont composés de divers retardateurs de flamme bromés tels que l'octa-BDE et le penta-BDE (Commission OSPAR, 2001).

Par conséquent, d'après les informations rapportées par la Figure 2 et le Tableau 2 ainsi que par le paragraphe précédent, on constate que les données disponibles concernant la production mondiale varient selon les sources. Néanmoins, sans considérer les différences constatées dans les données disponibles, il est évident que le TBBPA et les PBDEs (principalement le déca-BDE, l'octa-BDE et le penta-BDE) sont les RFB les plus couramment utilisés de nos jours, suivis par le HBCDD. Pour cette raison, ce rapport se focalise essentiellement sur ces trois familles et leurs composants les plus utilisés, même si d'autres familles sont également mentionnées du fait de leur importance dans le passé.

3. Cadre international

3.1 Cadre légal

Un espace légal adéquat constitue un outil fondamental pour la mise en place d'une bonne gestion de la production des substances chimiques et de leurs émissions dans l'environnement. Une gestion convenable et des mesures de contrôle appropriées ne peuvent être émises qu'à travers des dispositions et des normes. C'est ainsi qu'il est possible de réduire les effets nocifs des RFB dans le secteur de la santé et dans les écosystèmes naturels.

Concernant les retardateurs de flamme bromés, peu d'efforts en matière de législation ont été réalisés, bien que certains composés aient été mentionnés dans des accords internationaux et régionaux.

Cette section est un recueil des données disponibles au sujet du statut légal international des RFB. Une analyse à l'échelle internationale et européenne est présentée ci-dessous. Dans les dernières sections du présent rapport, un approfondissement sur le cadre légal dans les pays méditerranéens sera également développé.

3.1.1 International

3.1.1.1 La Conférence de la Mer du Nord

Seas at Risk est une association européenne d'organisations non gouvernementales visant à protéger et restaurer l'environnement des mers européennes et de l'Atlantique du Nord-Est. Née lors des premières conférences internationales pour la protection de l'environnement de la Mer du Nord, cette association poursuit actuellement ses activités. La dernière réunion, organisée à Göteborg en 2006, a porté sur la pêche et le trafic maritime, deux des principales menaces pour l'environnement en Mer du Nord. Même si les membres de *Seas at Risk* sont des ONG européennes, cette association a été incluse dans cette section du fait de ses accords et décisions d'ampleur internationale.

Établie dans ses premiers temps à Londres, en 1987, et ensuite à La Haye, en 1990, *Seas at Risk* est devenue en 1993 l'Observatoire Officiel pour la réunion interministérielle de Copenhague. C'est ainsi qu'elle était présente aux conférences d'Esbjerg en 1995, de Bergen en 1997 et de Göteborg en 2006.

Lors de la Conférence de la Mer du Nord de 1995, les ministres de l'environnement ont décidé par la Déclaration d'Esbjerg de mettre en œuvre les démarches nécessaires pour **remplacer les retardateurs de flamme bromés par des produits moins nocifs** (RIKZ, 2000).

3.1.1.2 La Commission OSPAR

La Convention OSPAR est l'instrument légal actuel qui guide la coopération internationale pour la protection de l'environnement marin de l'Atlantique du Nord-Est. Les travaux au nom de la Convention OSPAR de 1992 sont menés par la Commission OSPAR, composée des représentants des gouvernements des 15 Parties Contractantes et de la Commission Européenne, représentant la Communauté Européenne.

Le principal objectif de la Commission OSPAR est de conserver les écosystèmes en prévenant et en éliminant la pollution marine, et en assurant la protection des espèces et des habitats marins. OSPAR est le premier organisme à avoir développé et mis en place un ensemble de cinq stratégies thématiques abordant les principales menaces qui ont été identifiées dans son domaine de compétence (biodiversité et écosystèmes, eutrophisation, substances dangereuses, industrie du pétrole et du gaz en offshore, et substances radioactives), coordonnées par une stratégie pour un programme de surveillance et d'évaluation commun, qui établit le bilan de santé de l'environnement marin et suit la mise en place et les améliorations qui en découlent sur l'environnement marin.

Les actions de la Commission OSPAR sont organisées selon ces six stratégies. De la même manière, les Déclarations et les Communications Ministérielles adoptées lors de la Convention OSPAR et dans les réunions ministérielles subséquentes sont guidées par l'approche écosystémique. Pour le développement de chaque stratégie, un programme d'action est conçu et mis en œuvre chaque année..

Les retardateurs de flamme ont été pris en considération par la Commission OSPAR en 1990, lors des études sur les émissions diffuses (DIFFCHEM). En 1994, la Suède a recommandé à la Commission OSPAR d'abandonner progressivement le penta-BDE et le déca-BDE, mais n'a pas obtenu le soutien du reste des états membres. A la suite de diverses propositions, **en 1999 les RFB ont été inclus dans la liste des substances d'action prioritaire.**

Le Programme Coordonné de Surveillance de l'Environnement de la Commission OSPAR est actuellement focalisé sur le monitoring des concentrations et des effets des polluants sélectionnés dans l'environnement marin, i.e. les retardateurs de

flamme bromés dans les organismes et les sédiments, parmi d'autres (Commission OSPAR, 2009).

3.1.1.3 La Convention de Stockholm des Nations Unies sur les Polluants Organiques Persistants

Une analyse en détail des propriétés toxicologiques des RFB est exposée dans la section 4 du présent rapport. Suite à l'étude de ses propriétés chimiques, certains RFB se sont révélés être des substances chimiques persistantes et bioaccumulables pour certaines d'entre elles.

La Convention des Nations Unies sur les Polluants Organiques (POPs), ou Convention de Stockholm, est un traité global pour la protection de la santé humaine et de l'environnement face aux substances chimiques qui demeurent intactes dans la nature pendant de longues périodes de temps. Ainsi, ces substances peuvent être amplement dispersées géographiquement et longuement présentes dans l'environnement, et s'accumuler dans les tissus adipeux des animaux et des humains.

Les produits chimiques inscrits aux Annexes A ou B de la Convention de Stockholm font respectivement l'objet d'élimination ou de restriction par les Parties Contractantes. L'Annexe C fait référence aux émissions involontaires, notamment les dioxines et les furanes.

Toutes les Parties de la Convention de Stockholm peuvent remettre au Secrétariat des propositions pour l'inclusion d'un nouveau produit chimique sur les listes des Annexes de la Convention. Cette proposition est renvoyée au Comité de Révision des POPs (POPRC) et, si certains critères sont satisfaits, le Secrétariat convie l'ensemble des Parties et des observateurs à réunir et à apporter des informations techniques permettant de développer un Profil de Risque. Si, conformément à ce document, le POPRC décide que la proposition doit être développée, le Secrétariat convie de nouveau les Parties et les observateurs à apporter des commentaires techniques et des informations socio-économiques pour la mise en place d'une Evaluation de la Gestion du Risque. Ce document permet aux Parties Contractantes de décider de l'inscription du produit chimique aux Annexes et d'en spécifier les mesures de contrôle appropriées.

Pendant les dernières décennies, divers membres de la Convention de Stockholm ont développé des recommandations concernant les retardateurs de flamme bromés. Le Tableau 3 montre le statut des RFB dont l'inscription aux Annexes de la Convention a été proposée et qui ont fait l'objet d'évaluation avant la quatrième Conférence des Parties Contractantes (COP4) de Mai 2009.

Tableau 3: Sommaire du statut des RFB de la Convention de Stockholm

Produit Chimique	Partie Proposant	Année	Statut
Hexabromobiphényle (HBB)	Communauté Européenne	2005	Evaluation de la Gestion du Risque effectuée.
Hexabromocyclododécane (HBCDD)	Norvège	2008	Proposition faite au POPRC.
Éther d'Octabromodiphényle (Octa-BDE)	Communauté Européenne	2006	Evaluation de la Gestion du Risque effectuée.
Éther de Pentabromodiphényle (Penta-BDE)	Norvège	2005	Evaluation de la Gestion du Risque effectuée.

Lors de la COP4, l'**Annexe A de la Convention a été amendée avec l'inscription des retardateurs de flamme suivants** (UNEP, 2009) :

- **HBB**: inscrit sans dérogation de production ou d'usage.
- **Tétra-BDE, penta-BDE, hexa-BDE, hepta-BD**: inscrits avec une dérogation spécifique pour le recyclage d'articles contenant ou susceptibles de contenir ces produits chimiques, ainsi que l'utilisation et l'élimination définitive d'articles fabriqués à partir de matériaux recyclés contenant ou susceptibles de contenir ces produits chimiques, conformément aux dispositions de la quatrième partie de l'Annexe A.

De cette manière, chaque Partie doit adopter les mesures légales et administratives nécessaires pour éliminer la production, l'utilisation, les exportations et les importations du HBB, et doit établir des mesures de contrôle adéquates pour assurer que seuls les usages permis dans la législation sont pratiqués sur son territoire.

Parmi la demande actuelle de RFB à l'échelle mondiale, dont le détail est présenté dans le Tableau 2, seuls les RFB les plus utilisés, comme le penta-BDE, ont été inclus dans les amendements des Annexes de la Convention de Stockholm, le HBCDD faisant actuellement l'objet des révisions du POPRC. Cependant, l'octa-BDE commercial contient dans sa composition 60% d'hexa- et hepta- BDE, et par conséquent, l'inscription de ces deux composés dans les annexes implique de facto l'inclusion de l'octa-BDE.

Selon les amendements de l'Annexe A du texte de la Conférence, les Parties doivent mettre à jour leurs Plans d'Implémentation Nationale et incorporer les nouvelles substances chimiques dans leur régulation nationale. Selon le paragraphe 3(c) de l'Article 22 de la Convention, les amendements des annexes prennent effet à l'expiration d'un délai d'un an à compter de la date de réception de la notification de dénonciation par le dépositaire. Par conséquent, dans ce cas, les modifications entrent en vigueur le 26

Octobre 2010 pour toutes les Parties n'ayant pas encore remis une notification déclarant leur incapacité à accepter les amendements des annexes. Ainsi, les Parties doivent adopter les mesures appropriées pour respecter les modifications de la Convention de Stockholm avant l'échéance indiquée.

Les nouveaux produits chimiques inscrits aux annexes de la Convention doivent être également inclus dans le Plan Global de Surveillance, afin d'évaluer les stocks dans toutes les régions, d'en identifier des changements de niveaux à l'échelle temporaire et de procurer les données disponibles au sujet de leur transport régional ou global. Néanmoins, les procédures et les délais d'inscription de ces produits chimiques n'ont pas encore été précisés.

3.1.1.4 La Convention de Rotterdam (PIC)

La Convention de Rotterdam est entrée en vigueur le 24 février 2004, avec les objectifs suivants :

- Promouvoir le partage des responsabilités et la coopération entre Parties dans le domaine du commerce international de certains produits chimiques dangereux, afin de protéger la santé des personnes et l'environnement contre des dommages éventuels;
- Contribuer à l'utilisation écologiquement rationnelle de ces produits chimiques dangereux en facilitant l'échange d'informations sur leurs caractéristiques, et en instituant un processus national de prise de décisions applicable à leur importation et à leur exportation et en assurant la communication de ces décisions aux Parties.

La Convention crée des obligations juridiquement contraignantes permettant l'application de la procédure de consentement préalable en connaissance de cause (PIC). La Convention vise les pesticides et les produits chimiques industriels qui ont été soit interdits, soit strictement réglementés par les Parties pour des raisons de santé ou de protection de l'environnement. La Convention vise à ce jour 39 produits chimiques, énumérés dans l'Annexe III de la Convention, et par conséquent soumis à la procédure PIC.

Parmi des RFB, les biphényles polybromés sont les seules substances à être inscrites en Annexe III depuis 1993. Lorsqu'un produit chimique interdit ou strictement réglementé par une Partie est exporté, cette Partie présentera une notification d'exportation à la Partie importatrice. La notification d'exportation est adressée pour le produit chimique considéré (ex. les biphényles polybromés) avant la première exportation.

Par la suite, la notification d'exportation est adressée avant la première exportation au cours de l'année civile. L'exportation n'a lieu que lorsque la Partie importatrice a donné la permission explicite au pays exportateur.

3.1.1.5 L'Organisation de Développement et de Coopération Economiques (OECD)

L'OECD se trouve parmi les institutions internationales les plus actives en termes d'actions et initiatives concernant les retardateurs de flamme bromés. En 1991, le Programme de Réduction des Risques a effectué une recherche à l'égard de ces composés. En 1994, une monographie sur le cycle de vie commercial et environnemental des RFB (notamment des substances ajoutées aux fibres synthétiques et aux plastiques) a été publiée. Postérieurement, des réunions entre les pays membres de l'OECD et des fabricants de RFB se sont tenues afin de débattre et de discuter d'éventuelles actions permettant de réduire les risques des RFB. En 1995, les pays membres de l'OECD ont accepté de superviser un Engagement Volontaire des Industries (VIC selon ses sigles en anglais) entrepris par les fabricants de retardateurs de flamme bromés du monde entier visant le développement de mesures de gestion des risques. Parallèlement, l'OECD a conduit une recherche concernant les bonnes pratiques dans la gestion des déchets d'articles contenant des RFB dans les pays membres.

Les fiches d'information de l'OECD sur les risques et les dangers de cinq retardateurs de flamme bromés ont été actualisées en 2008 d'après les renseignements rapportés par les pays membres et certaines organisations multinationales. Ce document est une description sommaire du statut légal des RFB penta-BDE, octa-BDE, déca-BDE, HBCDD et TBBPA dans des pays et/ou régions différents. Une analyse particulière de chaque produit chimique est présentée dans la section 3.2 du présent rapport d'après les informations plus récentes disponibles.

3.1.1.6 Le Protocole relatif à l'évaluation stratégique environnementale (Protocole de Kiev)

Le Protocole de Kiev a été adopté lors de la réunion extraordinaire des Parties à la Convention sur l'Évaluation de l'Impact sur l'Environnement dans un Contexte Transfrontalier, le 21 mai 2009.

Une fois en vigueur, le Protocole exigera que les Parties Contractantes effectuent une évaluation des conséquences environnementales de l'avant-projet des plans et des programmes officiels avant leur approbation. L'évaluation environnementale stratégique (EES) est un outil clé pour le développement durable, étant donné qu'elle est effectuée bien avant l'étude d'impact sur l'environnement lors du processus de prise de décision. Le Protocole prévoit aussi une grande participation publique lors du processus de prise de décision gouvernementale dans des nouveaux secteurs en développement.

Le Protocole de Kiev, actuellement en attente de ratification, prévoit que les PBDE fassent l'objet d'une notification lorsque les émissions dans l'eau et dans le sol excèdent 1kg/an et par usine. Selon le BSEF, le rapport des émissions est important pour la compréhension et le suivi des niveaux des émissions dans l'environnement. Cependant, le BSEF considère que la limite d'1kg/an et par installation peut être discriminatoire pour les retardateurs de flamme bromés en comparaison avec d'autres limites établies pour d'autres substances chimiques.

3.1.1.7 La Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (LRTAP)

L'histoire de la Convention de 1979 sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (LRTAP) remonte aux années 1960, lorsque des scientifiques ont démontré l'interaction entre les émissions de sulfures en Europe continentale et l'acidification des lacs en Scandinavie. Suite à la Conférence des Nations Unies sur l'environnement humain, qui s'est tenue en 1972 à Stockholm, plusieurs études ont confirmé l'hypothèse que les polluants pouvaient se déplacer de milliers de kilomètres dans les masses d'air avant leur dépôt. Aussi, un effort de coopération à l'échelle internationale était nécessaire pour résoudre les problèmes posés par ces contaminants.

Afin de faire face à ces problématiques émergentes, une réunion à haut niveau, dans le cadre de la Commission Économique pour l'Europe au sujet de la protection de l'environnement, a eu lieu à Genève en novembre 1979, et le résultat a été la signature de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (LRTAP) par les gouvernements de 34 pays et par la Commission Européenne (CE). Cet accord a été le premier instrument légal contraignant pour aborder la pollution atmosphérique à une vaste échelle régionale.

La Convention est entrée en vigueur en 1983, et a été développée par huit protocoles spécifiques. Le Protocole sur les Polluants Organiques Persistants (POP) a été signé en 1988 par 29 Parties et a pris effet le 23 Octobre 2003. L'objectif ultime de ce Protocole est d'éliminer les décharges, émissions et pertes de POP. **Le Protocole interdit la production et l'utilisation de certains produits, dont l'hexabromobiphényle**, inscrit à l'Annexe A. Les dispositions du Protocole obligent les Parties Contractantes (25, à présent) à **abandonner progressivement la production et l'utilisation d'hexabromobiphényle**.

3.1.1.8 Convention sur le contrôle des mouvements transfrontaliers de déchets dangereux et de leur élimination (Convention de Bâle)

La Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontaliers de déchets dangereux et de leur élimination vise à protéger la santé humaine et l'environnement contre les effets nuisibles résultants de la production, la gestion, les mouvements transfrontaliers et l'élimination des déchets dangereux ou d'autres déchets. La Convention de Bâle a été adoptée en 1989 et est entrée en vigueur le 5 mai 1992.

La Convention de Bâle régule les mouvements transfrontaliers de déchets dangereux et d'autres déchets. La Convention exige une procédure de notification et de consentement préalable en connaissance de cause (PIC, en:Prior Informed Consent) du pays importateur. Les envois vers et en provenance d'un État non Partie sont illégaux à moins d'un accord spécifique. Chaque partie contractante doit introduire une législation nationale ou intérieure appropriée afin de prévenir ou de sanctionner le trafic illicite de déchets dangereux et autres déchets. Le trafic illicite est également délictueux.

En outre, la Convention force les parties contractantes à assurer la gestion des déchets dangereux et des autres déchets d'une manière écologique et rationnelle. Les Parties sont ainsi censées minimiser les quantités qui font l'objet de mouvements transfrontaliers, de traiter les déchets dans des installations les plus proches possible des lieux d'origine, et de prévenir ou d'éliminer la production de déchets à l'origine. Des contrôles stricts doivent être appliqués depuis la production des déchets dangereux jusqu'aux processus de stockage, transport, traitement, réutilisation, recyclage, récupération et élimination.

Concernant les retardateurs de flamme bromés, **les PBB sont inscrits à l'Annexe I du texte de la Convention comme « flux de déchets à contrôler»**, ce qui implique que les Parties Contractantes sont soumises à toutes les dispositions de la Convention lors de chargements de déchets contenant ces produits.

En outre, la liste A de **l'Annexe VIII de la Convention spécifie comme dangereux tous les déchets contenant des biphenyles polybromés (PBB) y compris tout composé polybromé analogue ayant une concentration égale ou supérieure à 50mg/kg**, selon l'Article 1, paragraphe 1(a).

3.1.1.9 Approche stratégique de la gestion internationale des produits chimiques (SAICM)

L'approche stratégique de la gestion internationale des produits chimiques (SAICM) a été adoptée par la Conférence internationale sur la gestion des produits chimiques le 6 février 2006 à Dubaï (Emirats Arabes Unis) ; la SAICM (selon ses sigles en anglais) est un cadre

politique international visant à promouvoir la gestion écologiquement rationnelle des produits chimiques.

SAICM a été développée par un Comité Préparatoire pluripartite et plurisectoriel, et soutient la réalisation de l'objectif accordé en 2002 au Sommet Mondial de Johannesburg sur le développement durable, qui prévoit que, d'ici 2020, les produits chimiques soient produits et utilisés de façon à minimiser les effets négatifs significatifs sur l'environnement et la santé humaine.

SAICM se compose de trois textes de base : la **Déclaration de Dubaï** (qui correspond à l'engagement politique vis-à-vis de SAICM adopté par les ministres, les chefs de délégation et les représentants de la société civile et du secteur privé) ; la **Stratégie Politique Globale** (qui établit la portée de SAICM, les besoins devant être abordés et les objectifs pour divers domaines tels que la réduction des risques, la connaissance et l'information, la gouvernance, le renforcement des capacités et coopération technique, et le trafic international illicite) ; et le **Plan d'Action Mondial** (qui propose des domaines de travail et des activités pour l'implémentation de la Stratégie Politique Globale, divisés par thèmes dont la réduction des risques, la connaissance et l'information, la gouvernance, le renforcement des capacités et coopération technique, et le trafic international illicite).

Etant donné que SAICM est un engagement volontaire, ses textes n'incluent pas des actions contraignantes relatives aux produits chimiques actuels. Cependant, certains documents relatifs aux questions émergentes devraient être pris en considération pour le développement de nouvelles politiques concernant les produits chimiques. La Stratégie Politique Globale de SAICM établit dans les paragraphes 24 et 25 les fonctions et l'agenda de la Conférence internationale sur la gestion des produits chimiques (ICCM selon le sigle anglais). La deuxième Conférence internationale sur la gestion des produits chimiques, qui s'est tenue à Genève (Suisse) du 11 au 15 mai 2009, a adopté une résolution d'ensemble, la résolution II/4 sur les nouvelles questions de politique générale, qui reconnaît que « **les produits électriques et électroniques proches de leur fin de vie et en fin de vie constituent une préoccupation grandissante en raison de leur mise en décharge dans les pays en développement, ayant pour effet un déplacement transfrontaliers de leurs composants dangereux, comme les métaux lourds et les agents ignifuges bromés** » (SAICM/ICCM.2/15, 2009). La conférence invite les organisations participant au Programme inter-organisations pour la gestion rationnelle des produits chimiques et les secrétariats de la Convention de Bâle ainsi que de la Convention de Stockholm à organiser un groupe de travail pour examiner les questions relatives aux produits électriques et électroniques, en se fondant sur l'approche du cycle de vie.

3.1.2 Européen

3.1.2.1 REACH

Le Règlement EC 1907/2006 du Parlement Européen et du Conseil sur les substances chimiques et leur gestion saine concerne l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH). La nouvelle loi est entrée en vigueur le 1er juin 2007.

Le règlement REACH vise à assurer un niveau élevé de protection de la santé humaine et de l'environnement par une identification meilleure et plus précoce des propriétés intrinsèques des produits chimiques, ainsi qu'à renforcer la compétitivité du secteur européen des substances chimiques et l'innovation (Commission Européenne, 2009).

Ainsi, le règlement REACH oblige les entreprises qui fabriquent, importent et/ou utilisent des substances chimiques à les enregistrer avant leur fabrication, importation ou mise sur le marché européen.

Les produits chimiques mentionnés dans l'inventaire des substances chimiques commercialisées présentes sur le marché communautaire à une date antérieure à septembre 1981 (EINECS, selon ses sigles anglais), bénéficient d'un régime transitoire « phase-in » dans le règlement REACH. Ces substances sont considérées comme « existantes » et sont également soumises à la réglementation sur la classification et l'étiquetage, de même que les substances produites au sein de la Communauté Européenne et n'ayant pas été mises sur le marché au cours des 15 années précédant l'entrée en vigueur du Règlement REACH.

Les RFB inventoriés sur la liste EINECS sont le déca-BDE, le HBCDD et le TBBPA, et sont à ce titre soumis à la procédure d'enregistrement. Selon le "European Brominated Flame Retardant Industry Panel (EBFRIP)", ces trois substances sont actuellement soumises à une procédure de pré-enregistrement conformément au règlement REACH.

3.1.2.2 La Directive RoHS

La Directive 2002/95/CE de l'Union Européenne relative à la restriction de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques, dite « de restriction de l'utilisation de certaines substances dangereuses » (Directive RoHS), a été adoptée en février 2003 par l'Union Européenne et est entrée en vigueur le 1er juillet 2006. Sa mise en oeuvre est obligatoire dans tous les états membres.

La directive limite l'utilisation de six substances dangereuses dans les processus de fabrication des équipements électriques et électroniques à une concentration maximale déterminée par unité de poids de matériau homogène.

Les substances visées par la Directive RoHS, sont, à part le plomb, le mercure, le cadmium, et le chrome hexavalent, deux substances retardatrices de flamme: les PBB (polybromobiphényles) et les PBDE (polybromodiphényléthers). L'Annexe B de la directive établit également que la Commission doit examiner de façon plus approfondie les applications relatives au déca-BDE afin de se prononcer dans les meilleurs délais quant à l'inclusion de ce produit chimique dans la liste des substances soumises à restriction.

La Commission Européenne révisé actuellement la Directive RoHS, et le Parlement Européen et le Conseil de l'Union Européenne sont censés réexaminer la proposition en 2009-2010. **Dans la proposition de modification remise en Décembre 2008¹, le déca-BDE ne fait plus l'objet d'interdiction, conformément à l'étude d'évaluation des risques réalisée pour la Commission. Le même document attire toutefois l'attention sur un autre RFB, l'hexabromocyclododécane (HBCDD), qui est introduit dans le groupe des substances à proscrire s'il était avéré que son utilisation est à l'origine de risques inadmissibles pour la santé humaine ou l'environnement.**

3.1.2.3 La Directive DEEE

La Directive 2002/96/CE du Parlement Européen et du Conseil, relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques (dite Directive DEEE) est entrée en vigueur en février 2003. La date limite de sa transposition dans les législations nationales était août 2004.

La Directive DEEE vise à prévenir la formation de déchets électriques et électroniques et, le cas échéant, à promouvoir leur réutilisation et leur recyclage, afin, d'une part, de réduire la quantité à éliminer de ces déchets et, d'autre part, de réduire leurs impacts nocifs grâce à une gestion écologiquement rationnelle de ces déchets.

Les États Membres doivent garantir la mise en place de plans de collecte et de traitements visant à établir des minima de ramassage et à renforcer la collecte sélective. La Directive établit également que les producteurs sont responsables du financement de la gestion des déchets. En outre, la Directive introduit des mécanismes de marché et des

¹ COM(2008) 809 final

primes financières afin de favoriser l'efficacité de la collecte, du traitement et du « design pour le recyclage ».

La Directive établit des conditions de collecte et un taux minimal moyen annuel de 4 kilos par habitant de ramassage sélectif de DEEE provenant des ménages. Conformément à ce que l'on appelle « hiérarchie des déchets », la réutilisation d'appareils entiers est prioritaire. En outre, des objectifs minimaux combinés pour la réutilisation de composants ainsi que pour le recyclage et la collecte sont également déterminés.

La Directive DEEE est basée sur les principes de « la responsabilité du producteur » et du « pollueur-payeur », conformément aux stipulations du Traité. Les producteurs des équipements provenant des ménages sont ainsi responsables du financement de la collecte, du traitement, de la valorisation et de l'élimination non polluante des déchets d'équipements électriques et électroniques (Commission Européenne, 2008).

L'Annexe II de la Directive **exige l'élimination de plastiques contenant des retardateurs de flamme bromés et de plaques de circuits imprimés d'équipements électriques et électroniques avant leur récupération et recyclage.**

La Directive DEEE est à présent soumise à révision, et le Parlement Européen et le Conseil de l'Union Européenne réétudieront la proposition en octobre 2009, même si aucun amendement relatif aux RFB n'est attendu.

3.1.2.4 Directive Cadre sur l'Eau (DCE)

La Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) est entrée en vigueur en décembre 2000. Cette directive établit le cadre communautaire visant à protéger et restaurer les eaux européennes, et à promouvoir leur utilisation durable à long terme. La Directive-cadre prévoit une nouvelle approche de gestion basée sur les bassins hydrographiques, et met en place des dates limites pour chacun des États Membres, pour la protection des écosystèmes aquatiques. Ainsi, la gestion des eaux intérieures de surface, souterraines, de transition et côtières est-elle prise en compte.

La Directive identifie 33 produits chimiques comme substances prioritaires. Treize d'entre elles sont classifiées comme « substances dangereuses prioritaires » en raison de leur persistance, tendance à être bioaccumulées, et toxicité. **L'octa-BDE et le déca-BDE figurent comme substances dont la surveillance est nécessaire, et le penta-BDE est classé comme substance dangereuse prioritaire, ce qui implique que ses émissions dans l'environnement aquatique doivent cesser avant 2020.**

3.2 Statut légal international des RFB

Cette section présente une description du statut légal international des RFB les plus utilisés. L'information est structurée par produit chimique, et décrit les autorisations d'utilisation dans différentes régions et/ou pays.

3.2.1 Le TBBPA

Le tétrabisphténoL A est utilisé comme retardateur de flamme bromé dans des circuits imprimés et laminés à l'échelle mondiale. Il est également utilisé comme retardateur de flamme de type additif dans des boîtiers de plastiques ABS (BSEF, 2009).

Aux **États-Unis**, l'Agence de Protection de l'Environnement développe actuellement le programme « Design pour l'Environnement » qui inclut le « *Printed Circuit Boards Flame Retardancy Partnership* » avec l'objectif d'améliorer les connaissances sur les aspects concernant la santé, l'environnement, et la sécurité des produits retardateurs de flamme disponibles actuellement sur le marché. L'association prévoit des plans pour développer des alternatives permettant de prendre en compte la protection de la santé humaine et de l'environnement par une méthodologie de cycle de vie (US EPA, 2009). Une première publication concernant le danger toxicologique relatif au TBBPA ainsi que les bonnes pratiques d'élimination et de recyclage a récemment été publiée. De nos jours, le TBBPA ne fait pas l'objet d'aucune restriction réglementaire aux États-Unis.

Dans l'**Union Européenne**, le TBBPA a fait l'objet d'une évaluation des risques sur la santé humaine et l'environnement qui a duré 8 ans et dont les conclusions ont été publiées en juin 2008. Ce rapport et la Stratégie de réduction des risques n'ont pas prévu de restrictions réglementaires pour le TBBPA. D'après les conclusions, le TBBPA ne pose pas de risques pour la santé humaine ou l'environnement lors de son utilisation comme produit de type réactif. Cependant, lors de son utilisation comme retardateur de flamme de type additif dans une usine de production en Europe, il a été révélé que le TBBPA posait un risque pour l'environnement et des mesures de réduction des émissions ont été définies et appliquées.

Le TBBPA ne fait l'objet ni des restrictions prévues par la Directive RoHS ni de ses amendements publiés en Décembre 2008, bien que certains pays comme l'Allemagne, la Suède ou la Norvège aient proposé de l'y inclure à diverses occasions.

La Directive WEEE oblige les plastiques contenant du TBBPA et des plaques de circuits imprimés supérieurs à 10cm² à subir un traitement différent des autres déchets d'appareils électriques et électroniques collectés. Selon BSEF, l'élimination des

plastiques contenant des RFB n'implique pas de bénéfice supplémentaire pour la protection de l'environnement ou la santé humaine.

En juin 2005 certains produits chimiques, dont le TBBPA, ont été déclarés comme produits chimiques prioritaires en **Australie**. En conséquence, cette substance fait à présent l'objet d'une évaluation des risques par la « National Industrial Chemicals Notification and Assessment Scheme » à propos des éventuels effets sur la santé humaine et sur l'environnement. Les quantités et les usages du TBBPA sont actuellement compilés par les importateurs et les producteurs (OECD, 2008).

En 2007, la **Norvège** a proposé de restreindre l'utilisation de 18 produits chimiques, dont le TBBPA. La proposition a été refusée, puisqu'il a été considéré qu'elle allait contre les conclusions de l'évaluation des risques présentée par l'Union Européenne. La proposition a été réduite ainsi à 10 substances et le TBBPA a été retiré de la liste.

L'utilisation du TBBPA en **Asie** ne fait l'objet d'aucune restriction administrative. Ainsi, en Corée et en Chine, le TBBPA n'a pas été pris en considération par la « RoHS-Corée » (Loi du recyclage des équipements électriques et électroniques et des véhicules) ni de la « RoHS-Chine » (Règlement concernant les méthodes pour la gestion de la pollution causée par les produits électroniques d'information).

3.2.2 Le déca-BDE

Aux **États-Unis** le retardateur de flamme déca-BDE est disponible pour tous les usages, et n'est soumis à aucunes restrictions légales. Au cours des quatre dernières années, des tentatives visant à restreindre son utilisation ont échoué. Il existe toutefois des restrictions limitées dans les états de Maine et de Washington, qui permettent les utilisations les plus communes du déca-BDE et interdisent uniquement certains usages éventuels. La Loi relative au contrôle des substances toxiques n'inclut pas le déca-BDE bien que certaines études de risques sur l'utilisation de cette substance soient réalisées actuellement dans le cadre du Programme volontaire d'évaluation des effets des produits chimiques sur les enfants (VCCEP, selon ses sigles en anglais), financé par les industries. La mise à jour du Programme signale que plusieurs études réalisées depuis 2002 au sujet des effets potentiels du déca-BDE sur l'environnement ou la santé humaine manquent de rigueur méthodologique et statistique, de qualité des données et ont des problèmes de type analytique. Le rapport indique également que malgré la discussion sur l'absorption métabolique du déca-BDE, cette substance produit peu ou pas d'effets (VCCEP, 2008).

Certains états ont entrepris des actions concernant les PBDE, particulièrement pour les penta- et octa-BDE. Ainsi, l'état de Washington interdit l'utilisation de déca-BDE dans les matelas depuis janvier 2008 et prévoit d'interdire son utilisation dans les meubles

recouverts ou dans les boîtiers en plastique pour télévisions ou ordinateurs s'il existe une solution alternative (OECD, 2008).

Le déca-BDE dans l'**Union Européenne** n'a pas fait l'objet de la Directive RoHS en octobre 2005, en raison des conclusions de l'évaluation des risques de 2004. Cependant, cette décision a été révoquée par la Cour de Justice Européenne en avril 2008, après les procédures légales entreprises en 2006 par le Parlement Européen et le Danemark. Suite aux amendements, depuis 2008 le déca-BDE ne peut plus être utilisé dans des équipements électriques et électroniques, mais est autorisé dans ses autres applications (BSEF, 2009[2]).

L'évaluation des risques effectuée par l'Union Européenne pendant 10 ans a conclu en 2008 que des mesures de réduction relatives au déca-BDE ne sont pas nécessaires, même si de nouvelles recherches telles qu'un programme de surveillance, de bio-surveillance et d'étude de neurotoxicité doivent être réalisées.

En **Australie**, le déca-BDE est aussi inscrit dans la liste des produits chimiques déclarés comme « produits chimiques prioritaires », il fait donc actuellement l'objet d'une évaluation de ses effets sur la santé humaine et sur l'environnement par le Programme national pour la déclaration et l'évaluation des produits chimiques industriels (OECD, 2008).

Au **Canada**, le déca-BDE est considéré comme toxique par la Loi relative à la protection de l'environnement canadien de 1999 qui interdit la production de ce produit dans le pays. Cependant, il n'existe aucune restriction d'utilisation du déca-BDE (BSEF, 2009[2]).

Depuis le 1er avril 2008, la **Norvège** a introduit une interdiction concernant la production, les importations et exportations, ainsi que les utilisations de déca-BDE comme substance individuelle dans des préparations et produits tels que le caoutchouc cellulaire, les textiles et revêtements (pour des quantités supérieures à 0.1 % en masse). L'utilisation de ce produit chimique dans les équipements électriques et électroniques a été interdite dans le pays depuis juillet 2006, ainsi que son usage dans les plastiques (SFT, 2008).

Bien que la Commission permette l'utilisation du déca-BDE dans toutes les applications excepté les équipements électriques et électroniques, la **Suède** a introduit, en janvier 2007, une interdiction partielle visant les textiles, les meubles et certains câbles. Pourtant, elle a exempté les appareils électroniques, pour lesquels la Commission Européenne a entrepris une procédure d'infraction contre la Suède (EBFRIP, 2009). En 2008, le gouvernement de la Suède a abrogé l'interdiction nationale concernant l'utilisation du déca-BDE dans les textiles et les meubles, puisqu'il a considéré qu'une norme visant ce sujet devait être proposée à l'échelle européenne (KEMI, 2009). Une étude de l'Agence

suédoise sur les produits chimiques présentée en avril 2009 met en doute l'utilisation du déca-BDE quant à la persistance, la tendance à être bioaccumulé et la toxicité de ce composé. En conséquence, l'Agence poursuivra la procédure d'évaluation de l'UE de ce produit.

Pourtant, du fait de la réduction du déca-BDE dans ses usages, une réduction de l'exposition vis-à-vis de l'homme et de l'environnement est attendue ; en conséquent, des actions immédiates visant ce produit ne sont pas envisagées (KEMI, 2009[2]).

En **Asie**, l'utilisation du déca-BDE ne fait pas l'objet de restrictions légales. Les normes chinoise et coréenne équivalentes à la Directive RoHS ont rayé le déca-BDE des listes de substances non autorisées des équipements électriques et électroniques. Au Japon, des rapports concernant la production, les importations, les volumes utilisés de déca-BDE ainsi que ses émissions à l'environnement doivent être annuellement réalisés et présentés à l'Agence de contrôle du gouvernement (BSEF, 2009[2]).

3.2.3 Le HBCDD

Une étude toxicologique réalisée par l'Académie des Sciences Nationale des États-Unis a conclu que l'HBCDD était un des produits retardateurs de flamme qui pouvaient éventuellement être utilisés dans le revêtement des meubles. L'Agence de Protection Environnementale des États-Unis est en train de mener une évaluation de cette substance qui devrait être achevée en 2012.

Dans l'Union Européenne, l'HCBD a fait l'objet d'une évaluation des risques pendant 12 ans visant à estimer les dangers que ce produit sur la santé humaine et l'environnement. Cette étude a été achevée en mai 2008 sans avoir identifié de risque pour les consommateurs ni même pour les ouvriers lorsque les mesures standard d'hygiène industrielle sont appliquées. Cependant, il a été également prouvé que l'HBCDD est persistant, toxique et tend à être bioaccumulé. Ainsi, les producteurs et les consommateurs implémentent actuellement de façon volontaire des programmes visant à contrôler et réduire les émissions dans l'environnement (BSEF, 2009[3]).

L'HBCDD a été inscrit sur la liste des substances suscitant de très vives préoccupations dans le cadre de la Directive REACH, et a été recommandé pour être soumis à la procédure d'Autorisation. L'Agence Européenne des Produits Chimiques prépare actuellement la liste définitive des substances qui feront l'objet de cette procédure.

Au **Canada**, une évaluation des risques sur l'HBCDD est à présent développée. L'avant-projet de cette évaluation est censé être publié en 2009 (BSEF, 2009[3]).

Au **Japon**, l'HBCDD est considéré non biodégradable et ayant une forte tendance à être bioaccumulé. Ainsi, il est classifié comme substance de niveau de surveillance classe 1 par la Loi relative au contrôle des substances chimiques, qui requiert le rapport annuel de la production, importations et quantités utilisés de l'HBCDD. Le Ministère de l'Environnement du Gouvernement japonais a également effectué des mesures d'HBCDD dans l'air, l'eau, le sédiment et les organismes aquatiques en 2003 (OECD, 2008; BSEF, 2009[3]).

3.2.4 Le Penta-BDE et l'Octa-BDE

Aux États-Unis, le penta- et l'octa-BDE ont fait l'objet d'une évaluation des risques dans le cadre du Programme volontaire d'évaluation des effets des produits chimiques sur les enfants qui a conclu que les informations disponibles doivent être plus largement collectées afin que l'évaluation des risques soit complète. Le seul fabricant américain de ces deux substances chimiques a abandonné volontairement sa production en 2004. L'Agence de Protection de l'Environnement a ensuite promulgué une norme obligeant les producteurs ou fabricants à obtenir une approbation spécifique de l'Agence pour la production du penta- et octa-BDE avant toute utilisation.

Outre la norme fédérale, certains états ont individuellement développé des actions et interdit la production, le traitement ou la distribution commerciale d'articles ou composants d'articles contenant des retardateurs de flamme dans une concentration supérieure à 0,1% en masse de ces produits chimiques (OECD, 2008).

L'**Union Européenne** a réalisé une évaluation des risques au sujet du penta- et de l'octa-BDE. Après avoir constaté leurs impacts environnementaux, elle a décidé d'interdire, à partir d'août 2004, la commercialisation et l'utilisation de ces produits à l'intérieur de ses frontières à des concentrations supérieures à 0.1% (24^{ème} modification à la Directive 76/769/CEE concernant la mise sur le marché et l'emploi de certaines substances et préparations dangereuses).

L'**Australie** est en train de réaliser une évaluation des risques complète concernant le penta- et l'octa-BDE ; cependant, les conclusions d'un rapport provisoire sur des congénères similaires l'ont amenée à interdire, depuis mars 2007, la production et/ou les importations de ces produits chimiques. Ces substances chimiques ou les mélanges contenant ces substances ne peuvent pas être importées ou produites en Australie sans une notification préalable adressée au Programme national pour la déclaration et l'évaluation des produits chimiques industriels. Les seules exceptions sont les produits importés ou fabriqués comme standards de laboratoire pour une détermination analytique.

Après la réalisation d'une évaluation des risques écologiques et pour la santé humaine concernant les PBDE, le Canada a ajouté le penta- et l'octa-BDE à la Liste des

Substances Toxiques. La fabrication de ces produits chimiques est interdite dans le pays, mais l'utilisation, la vente, l'offre de vente et l'importation sont toutefois autorisées.

3.2.5 Les PBB

Les polybromobiphényles ont été largement utilisés à l'échelle mondiale, et se trouvent parmi les retardateurs de flamme les plus répandus. Pendant des années, l'hexabromobiphényle (HBB) a été le produit chimique le plus communément utilisé parmi les substances qui composent la vaste famille de PBB.

L'HBB est actuellement interdit dans plusieurs pays par des accords internationaux concernant la gestion et l'emploi des produits chimiques, mais en raison de son importance dans le passé, il est important de faire remarquer certains points importants sur cette substance.

Aux **États-Unis**, le seul producteur d'HBB a cessé sa production en 1975. Il a cependant continué à produire d'autres PBB (l'octa- et le déca-bromobiphényles) jusqu'en 1979. La reprise de la production de tout PBB aux États-Unis exigerait l'approbation préalable de l'Agence de Protection de l'Environnement (UNEP, 2007).

La production de PBB en Union Européenne a continué jusqu'en 2000. Dans l'usine Atochem, en France, le décabromobiphényle a été produit jusqu'à cette année, et selon Darnerud (2003), l'arrêt de la production de décaBB en France a marqué la fin de la production de PBB dans le monde.

En résumé, selon les informations disponibles, **la production et l'utilisation de l'hexabromobiphényle a cessé dans la plupart, si ce n'est tous les pays**. Cependant, il est possible que cette substance soit encore produite dans certains pays en voie de développement ou ayant des économies en transition (UNEP, 2007).

4. État de l'art sur les propriétés toxicologiques

L'objectif principal du présent rapport vise à analyser les questions relatives aux retardateurs de flamme bromés dans la région méditerranéenne. Une analyse concise de leurs propriétés toxicologiques est considérée comme nécessaire, et est ainsi exposée dans les sections qui suivent, afin de mieux comprendre l'action, le comportement et les risques dérivés de l'usage des RFB.

4.1 Le TBBPA

Le Tétrabromobisphénol A (TBBPA) est une poudre blanche (incolore) et cristalline qui contient 59% de brome. Il atteint son point de fusion à approximativement 180°C et son point d'ébullition à 316°C. Sa pression de vapeur à 20°C est considérablement inférieure à 1 mmHg. Le TBBPA a une faible solubilité dans l'eau (0.72 mg/L), mais est très soluble dans le méthanol et l'acétone. Le coefficient de partage octanol/eau (log Pow) est de 4.5 (OMS, 1995; Birnbaum, et. al. 2004).

La structure chimique du TBBPA est présentée dans la Figure 3.

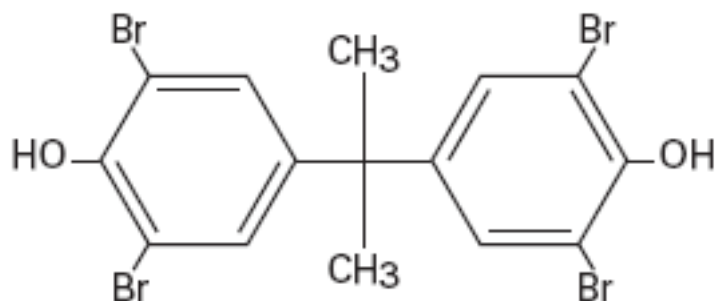


Figure 3: Structure chimique d'une molécule de TBBPA (Source: Janssen, 2005)

Des quantités significatives de TBBPA ont été décelées dans le sol et les sédiments, ainsi que dans l'air à proximité des sites de production. Peu de renseignements sont toutefois disponibles sur la présence de ce composé chez les organismes vivants, ce qui pourrait s'expliquer par un temps de demi-vie relativement court dans l'air, l'eau et les sédiments. Ce composé se caractérise ainsi par un faible potentiel de bioaccumulation. Pourtant, des concentrations de TBBPA significatives ont été également repérées en 2002 dans le sérum sanguin de techniciens en informatique (Birnbaum, et. al., 2004; Jansen, 2005).

Des études sur le taux de biodégradation du TBBPA ont été réalisées dans des conditions aérobies et anaérobies et dans des environnements différents, avec un résultat moyen sur 2 mois. Ainsi, après une période comprise entre 56 et 64 jours, 40% à 90% du TBBPA demeurerait dans le sol, dépendant de facteurs tels que le type de sol, la température, le taux d'humidité et la composition du sol. De même, le TBBPA s'est révélé sensible à la lumière ; son temps de demi-vie par photodégradation dans l'eau varie entre 7 et 80 jours selon la saison. La période de demi-vie du TBBPA chez le poisson est inférieure à un jour, et inférieure à 5 jours chez les huîtres (OMS, 1995).

Lors du transit intestinal, le TBBPA est absorbé et accumulé dans les tissus adipeux de l'organisme, ce qui n'est toutefois pas une cause immédiate de symptômes de toxicité aiguë à des doses moyennes (Jannsen, 2005). Dans certaines études sur les rongeurs, l'indicateur LD_{50}^2 chez les rats et les souris s'est révélé élevé, ce qui indiquerait que le TBBPA n'est pas extrêmement toxique, et le même résultat a été trouvé avec des niveaux alimentaires différents. Chez les bactéries, aucun effet mutagène n'a été remarqué, même si aucune étude sur la toxicité à long terme n'a pas encore été rapportée (OMS, 1995).

Parmi les effets du TBBPA, plusieurs ont été repérés *in vitro*. La majorité des préoccupations récentes au sujet de ce composé sont issues de son comportement comme disrupteur endocrinien, étant donné que le TBBPA a une structure très similaire à celle du bisphénol A, un faible estrogène naturel. À ce propos, des résultats positifs ont été trouvés *in vitro* (Birnbaum, *et. al.*, 2004). Cependant, du fait de la faible quantité d'études *in vivo*, on ne peut pas confirmer cet effet toxique du TBBPA. En outre, la recherche doit être poursuivie afin de déterminer si les expositions à une faible dose ont des effets œstrogéniques chez l'homme ou les autres espèces (Jansen, 2005).

Selon les conclusions de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), le risque dérivé de l'exposition de la population générale aux produits contenant des retardateurs de flamme est insignifiant. Il existe un risque associé à l'exposition professionnelle pendant les processus d'emballage ou de mélange ; ce risque pourrait toutefois être contrôlé par l'usage de mesures de protection respiratoire ou par une ventilation locale. D'autre part, en ce qui concerne le devenir du TBBPA dans l'environnement, on constate que son facteur de bioconcentration, relativement élevé, paraît être compensé par un taux d'excrétion rapide. En conséquence, ce composé n'a généralement pas été remarqué dans des échantillons d'organismes vivants. Cependant, l'OMS recommande la minimisation de l'exposition environnementale au TBBPA par une gestion appropriée des émissions et des effluents industriels contenant ce composé, et donc par une gestion chimique écologique des déchets (OMS, 1995).

4.2 Le Déca-BDE

Trois retardateurs de flamme de nature chimique de type polybromodiphényléther sont disponibles sur le marché, à savoir : le penta-, l'octa-, et le déca-bromodiphényléther. Il s'agit dans les trois cas de composés synthétisés sous la forme de mélanges de plusieurs BDE avec différents taux de bromation (Commission Européenne, 2002). La composition typique pour les produits commerciaux est d'environ 97% de déca-BDE et de 0.3 à 3% d'autres BDE, tels que le nona-BDE et de petites quantités d'octa-BDE et penta-BDE (OMS, 1994; Birnbaum, *et. al.* 2004).

Le déca-BDE est une poudre fine et cristalline, qui présente une couleur blanche ou blanc cassé, et se caractérise par un point de fusion aux environs de 300°C, un point d'ébullition très élevé, et une pression de vapeur de 4.63×10^{-6} Pa à 21°C. La solubilité dans l'eau du déca-BDE est très faible (20-30 µg/L), et, de même, la solubilité dans les dissolvants organiques est très limitée, oscillant entre 0.05% et 0.87%. Le coefficient de partage octanol/eau (K_{ow}) est de 6.3 à 25°C (OMS, 1994).

La structure chimique du déca-BDE est présentée en Figure 4.

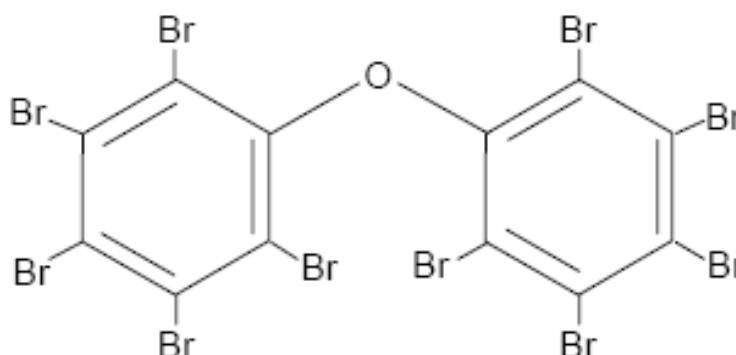


Figure 4: Structure chimique d'une molécule de déca-BDE (Source: Commission Européenne, 2002)

Les PBDE sont considérés stables, même si plusieurs études ont montré que lors de leur dissolution dans des solvants organiques et en présence de radiation UV, le déca-BDE subit un processus de débromation qui donne naissance à des congénères moins bromés (nona- à hexa-BDE) caractérisés par une période de demi-vie inférieure à 15 minutes. Les temps de demi-vie dans le sable, dans les sédiments et dans le sol sont respectivement de 15, 100 et 200 heures. Le taux de la réaction de débromation dépend de la teneur en

² Dose Létale causant la mort de 50% d'une population animale.

brome, étant ainsi inférieur dans les congénères davantage bromés (Birnbaum, *et. al.*, 2004).

Une recherche visant le contenu en PBDE dans les produits alimentaires a rapporté un taux d'absorption diététique de 97 ng/jour en Espagne. Les résultats indiquaient une exposition majeure aux congénères à moindre teneur en brome (tétra- et penta-BDE), qui sont principalement présents dans les huiles, les graisses, le poisson, les fruits de mer, la viande et les œufs (*ibid.*).

Les études toxicologiques sont limitées mais elles révèlent qu'en général les mélanges moins bromés sont davantage toxiques que les congénères à forte teneur en brome. C'est ainsi que le déca-BDE apparaît essentiellement non toxique pour les invertébrés. Malgré la faible toxicité pour les prédateurs et les organismes vivant dans l'eau de surface, ce sont actuellement les eaux usées, les sédiments et les organismes vivant dans le sol qui font l'objet de préoccupations. Chez les vertébrés, des études sur les rongeurs visant la toxicité du déca-BDE ont montré que seules des doses très élevées d'absorption journalière provoquaient des nodules néoplastiques dans le foie chez les rats mâles et femelles (*ibid.*). Les recherches réalisées sur les animaux ont permis de relever que tous les produits PBDE commerciaux affectent la fonction endocrine à des degrés différents et interrompent l'équilibre des hormones thyroïdiennes, même si la puissance du déca-BDE est considérablement plus faible que celle du reste des congénères (Janssen, 2005; Birnbaum, *et. al.*, 2004).

Les principales sources d'exposition au déca-BDE sont les installations de production, les sites de production des polymères ainsi que leur utilisation et leur élimination, les processus de fabrication, de nettoyage et élimination de textiles. En ce qui concerne les quantités, les sites d'enfouissement et les décharges procédant à l'incinération constituent les principales sources d'exposition, suivies par les zones industrielles et les sols, les eaux de surface, les eaux usées et les poussières ou vapeurs.

En conclusion, selon l'Évaluation des Risques réalisée par l'UE, le risque d'exposition par l'eau de surface est faible, tandis que l'exposition des organismes vivants à travers les sédiments est beaucoup plus importante. Aucun risque n'a été identifié dans les processus de traitement d'eaux usées ni dans le compartiment terrestre, et aucun effet indésirable dérivé de la production et de l'usage du déca-BDE n'est prévu dans l'atmosphère. Pourtant, les données disponibles révèlent que les efforts de la recherche doivent être poursuivis, notamment en ce qui concerne les prédateurs (tels que les oiseaux et leurs œufs, et les mammifères), et également sur le taux de dégradation à des conditions environnementales déterminées pendant une durée prolongée. Au sujet de la santé humaine, « il n'est pas nécessaire à ce stade d'obtenir des informations

complémentaires, ni de procéder à d'autres essais ou d'appliquer des mesures supplémentaires de réduction des risques » (Commission Européenne, 2002).

4.3 Le HBCDD

La structure moléculaire de l'HBCDD est plus complexe que celle d'autres retardateurs de flamme bromés, et présente des diastéréoisomères connus comme α -, β - and γ -HBCDD et qui se caractérisent par une stéréochimie très complexe et qui fait toujours l'objet d'évaluations et de recherches. Il se présente sous la forme d'un solide blanc et inodore dont le point de fusion est situé entre 172-184°C et 201-205°C selon son état de cristallisation. L'HBCDD atteint son point d'ébullition à 190 °C et sa pression de vapeur est de 6.3×10^{-5} Pa à 21 °C. Du fait de la faible solubilité dans l'eau (66 $\mu\text{g/L}$), on attend son accumulation dans la phase sédiment. Sa solubilité dans des dissolvants organiques varie entre 33.9% dans le diméthyl formamide à 0.01% dans l'isopentane. Le coefficient log Kow est de 5.6 à 25 °C (Birnbaum, *et. al.*, 2004; Janssen, 2005)

La structure chimique de l'HBCDD est développée dans la Figure 5.

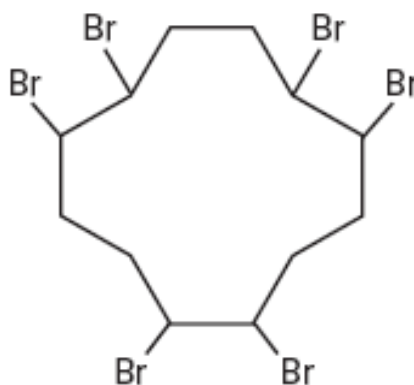


Figure 5: Structure chimique d'une molécule de HBCDD (Source: Janssen, 2005)

Certaines recherches montrent une forte propension de l'HBCDD à être bioaccumulé, ce qui est confirmé par son facteur de bioconcentration qui est approximativement de 18000 chez les animaux aquatiques. L'HBCDD est aussi persistant, son temps de demi-vie étant de 3 jours dans l'air et de 2 à 25 jours dans l'eau. Des études sur la faune européenne ont montré la présence de HBCDD chez les poissons, les oiseaux et les mammifères, avec des concentrations relativement élevées.

La recherche réalisée au sujet de l'écotoxicologie de l'HBCDD est limitée. Les valeurs de la concentration moyenne dans 50% des algues varient de 9.3 $\mu\text{g/L}$ à 0.37mg/L, ce qui

indique une toxicité potentiellement élevée. Cependant, ces valeurs sont supérieures à la valeur de solubilité dans l'eau de l'HCBD, et par conséquent les épisodes d'intoxication chez les organismes aquatiques sont rares. Des études sur la truite arc-en-ciel ont montré une LC_{50} de 2.5 µg/L, et des recherches chez *Daphnia* ont révélé une concentration sans effet nocif de 3.1 µg/L pendant une durée d'un cycle de vie. Des études au sujet des apports alimentaires montrent des résultats contradictoires qui varient selon la source : entre une concentration minimale de 13 mg/kg/jour ayant entraîné un effet nocif observé, et une concentration maximale de 1,000 mg/kg/jour sans effet nocif observé. Néanmoins, une diminution des niveaux de l'hormone T_4 a été rapportée à un taux de 100 mg/kg/jour, ce qui pourrait indiquer un processus de perturbation endocrinienne.

Des études visant les effets du HBCDD chez la levure et *Salmonella* ont montré l'absence d'effets mutagènes. Des recherches réalisées en 2002 chez des souris néo-natales ont révélé des changements de comportement spontanés, ainsi que des effets sur l'apprentissage et la mémoire. En effet, la capacité de l'HBCDD de produire des altérations neurocomportementales a été confirmée par des études *in vitro*. Peu de recherches chez l'homme sont cependant disponibles, et certains rapports présentent des données contradictoires concernant les effets de sensibilisation dermique après une exposition à des tissus traités avec ce composé (Birnbaum, *et. al.*, 2004).

Un rapport élaboré au sujet de l'évaluation des risques de l'HBCDD a conclu qu'il n'est pas nécessaire d'obtenir des informations complémentaires, de procéder à d'autres essais ou d'appliquer des mesures supplémentaires de réduction des risques aux compartiments environnementaux ou aux voies d'exposition. Il fait toutefois une mention spéciale afin de tenir compte des mesures qui sont actuellement appliquées. La seule préoccupation signalée est l'empoisonnement secondaire chez les prédateurs, qui résulte de l'effet de bioaccumulation et qui pourrait entraîner des effets imprévisibles à long terme (Agence Suédoise des Substances Chimiques, 2008).

4.4 Le Penta-BDE

Le pentabromodiphényléther commercialisé n'est pas une substance pure, mais un mélange de congénères, à savoir le tétra-, le penta-, et l'hexa-BDE. Le mélange reçoit ainsi le nom du composant majeur. Une composition exacte ne peut toutefois pas être précisée car le mélange varie selon les fabricants (Commission Européenne, 2001; Birnbaum, *et. al.*, 2004).

Le penta-BDE est un liquide visqueux à 20°C, et présente un point de fusion qui varie entre -7°C et -3°C et un point d'ébullition qui dépasse les 200°C. La pression de vapeur

est faible, inférieure à 10^{-7} mmHg, et la solubilité dans l'eau négligeable. Néanmoins, ayant un coefficient n-octanol/eau supérieur à 6, le penta-BDE demeure très soluble dans des solvants organiques (Commission Européenne, 2001; Birnbaum, *et. al.*, 2004).

La structure moléculaire de ce produit chimique est présentée dans la Figure 6.

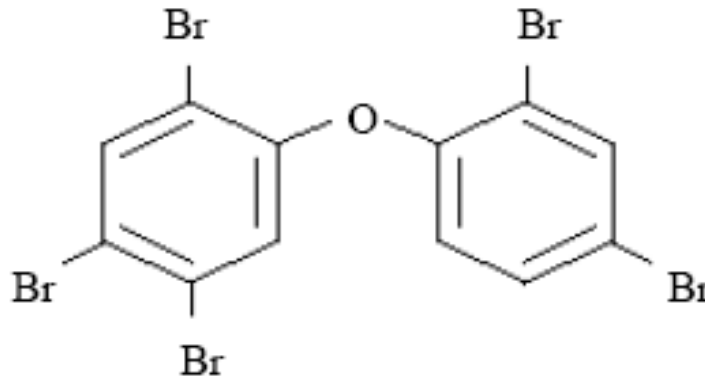


Figure 6: Structure chimique d'une molécule de penta-BDE (Source: Commission Européenne, 2001)

Le penta-BDE, avec un facteur de bioconcentration supérieur à 10.000 chez les carpes, s'avère susceptible d'être persistant et d'être bioaccumulé. Étant donné que des études de pyrolyse ont montré qu'entre 700 et 800 °C des dioxines et des furanes se forment en présence de l'oxygène, la gestion des déchets de penta-BDE suscite une préoccupation générale. En ambiance réductrice, des polybromobenzènes, des polybromophénols et des furanes sont également formés.

La présence de penta-BDE a été constatée dans des organismes, des sédiments et des boues d'épuration dans plusieurs régions du monde, avec des valeurs allant de 28 µg/kg poids sec, dans des estuaires et des fleuves au Japon, à 1200 µg/kg dans certains sédiments de fleuves suédois. Le temps de demi-vie du penta-BDE, uniquement relevé pour le tissu adipeux péri-rénal des rats, s'étend de 25 à 47 jours en fonction de facteurs tels que le sexe de l'animal et le type d'isomère considéré.

Les données disponibles au sujet de l'absorption du penta-BDE par les voies orale, pulmonaire et dermique sont peu nombreuses. Néanmoins, par analogie avec d'autres polluants organiques persistants, il est probable que son absorption relative décroisse avec les hautes concentrations de substance. Par ailleurs, étant donné que le niveau d'absorption dépend également du degré de bromation du composé, le penta-BDE s'est révélé plus susceptible d'être absorbé que ses homologues à plus haut degré de bromation (OMS, 1994).

Chez l'homme, ce sont les ouvriers qui sont les plus exposés au penta-BDE, lors de la fabrication de mousses de polyuréthane. Le nombre d'ouvriers potentiellement affectés ne peut pas être déterminé d'après les informations rapportées par les industries. Toutefois, étant donné l'usage considérable des retardateurs de flamme dans les mousses de polyuréthane, les estimations pourraient concerner plusieurs milliers d'ouvriers. En revanche, l'exposition des consommateurs est considérée comme négligeable, car il n'existe pas de contact direct avec les mousses de polyuréthane. Cependant, la population générale est aussi exposée au penta-BDE par des voies naturelles, telles que l'alimentation (le poisson étant la source principale), l'eau, l'air, etc. L'absorption de penta-BDE due à la fois aux expositions occupationnelle et environnementale est estimée à 2.068 mg/kg/jour (Commission Européenne, 2001).

Le rapport d'évaluation des risques élaboré par l'Union Européenne en 2001 a conclu sur un grand manque d'informations concernant le penta-BDE. En effet, davantage de renseignements sont nécessaires quant à l'exposition occupationnelle, environnementale et combinée au penta-BDE, ainsi qu'à l'exposition des nourrissons par le lait humain et le lait de vache.

Actuellement le penta-BDE n'est plus produit, même s'il est possible que certains produits de consommation toujours disponibles sur le marché puissent en contenir. Etant donné que le penta-BDE disparaîtra lorsque ces produits atteindront la fin de leur vie utile, davantage d'efforts devraient être réalisés au sujet de la gestion chimique écologique des déchets contenant du penta-BDE. De la même façon, il est important de développer la surveillance des nouveaux retardateurs de flamme qui sont produits aujourd'hui.

4.5 L'Octa-BDE

L'octabromodiphényléther commercialisé (octaBDE) est un mélange de plusieurs diphényléthers polybromés et congénères, notamment les congénères penta- à déca-BDE. La composition actuelle de ce produit varie selon les fabricants qui conservent cette donnée considérée comme confidentielle. Cependant, les essais physico-chimiques réalisés aux cours des années révèlent des concentrations moyennes de 43% d'hepta-BDE, 33% d'octa-BDE, 10% d'hexa-BDE et 10% de nona-BDE. Le reste est formé par des traces de penta- et déca-BDE (Commission Européenne, 2003).

L'octa-BDE est une poudre blanc cassé ou matière floconneuse, qui atteint le point de fusion entre 70 et 257°C, selon la composition du mélange, et le point d'ébullition à une température très élevée (la substance présente 2% de décomposition à 330°C et 40% à 395°C). Il a été établi que la pression de vapeur à 21°C est de 6.59×10^{-6} Pa. La solubilité

de l'octa-BDE dans l'eau est de 0.5 µg/L, tandis que dans des dissolvants organiques la solubilité varie entre 2 g/L dans l'éthanol et 250 g/L dans le styrène. Le coefficient de partage octanol/eau (log Kow) se situe aux alentours de 6,29 à 25 °C (Commission Européenne, 2003 ; OMS, 1994).

La structure moléculaire de produit chimique est montrée dans la Figure 7.

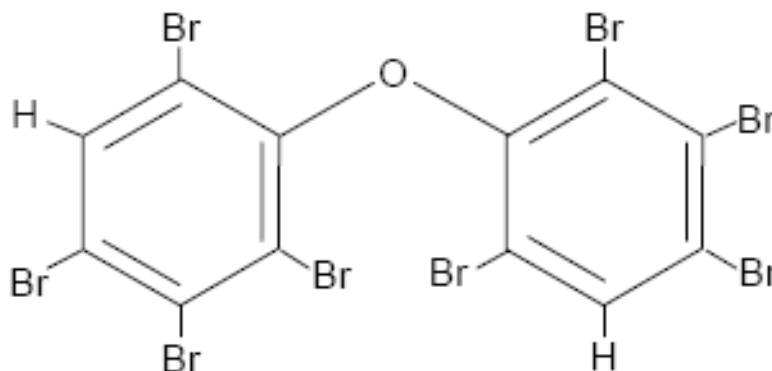


Figure 7: Structure chimique d'une molécule d'octa-BDE (Source: Commission Européenne, 2003)

Les données relatives à la persistance de l'octa-BDE sont peu nombreuses ; elles ont toutefois mis en évidence que, sous certaines conditions, ce composé subit un processus de dégradation et donne comme sous-produits des congénères moins bromés (Janssen, 2005). Même si l'on n'a pas observé de biodégradation aérobie, des études ont confirmé la dégradation de l'octa-BDE sous conditions anaérobies dans les boues d'épuration. Les prédictions du temps de demi-vie dans l'atmosphère varient de 30 à 160 jours. Cependant, l'octa-BDE dans l'atmosphère est fortement adsorbé à des particules en suspension et abandonne ainsi rapidement le compartiment atmosphérique *via* les dépôts secs et humides.

Le facteur de bioconcentration de l'octa-BDE dans l'eau a été étudié chez les carpes, avec des valeurs inférieures à 9.5 (UNEP, 2007). De la même façon, on a rapporté des valeurs du facteur de bioconcentration dérivé de l'exposition orale des poissons d'eau douce comprises entre 1 et 3 pour l'hexa- et l'hepta-BDE (deux parmi les substances incluses dans le mélange commercial de l'octa-BDE). La biomagnification dans le réseau trophique n'a pas été observée pour l'octa-BDE, mais a été prouvée pour l'hexa- et hepta-BDE. Des études portant sur son absorption par voie orale ou par inhalation montrent une accumulation dans le foie, dans les tissus adipeux et dans les poumons. Une absorption dermique de 4,5% a été estimée chez les animaux, mais on ne dispose pas de données pour l'homme. Même si aucun renseignement n'est disponible sur les taux d'élimination et

de bioaccumulation chez l'homme, du fait de ses propriétés lipophiliques il est probable que l'octa-BDE soit également accumulé dans les tissus adipeux (Commission Européenne, 2003). En définitive, la présence de l'octa-BDE chez les organismes vivants a été documentée, mais sa probabilité de bioaccumulation est moindre que celle attendue vis-à-vis de son coefficient de partage Kow. Ce fait pourrait être expliqué par une faible disponibilité ou un faible taux de métabolisme (UNEP, 2007).

Les sources d'exposition à cette substance sont variées, pour l'homme comme pour les animaux. Des concentrations ont été mesurées aux États-Unis, en Suède, en Corée, en Inde et dans d'autres endroits dans le monde, allant de 0,2 et 8,3 pg/m³. Même si l'on ne dispose pas de données sur les niveaux d'octa-BDE dans l'eau, d'autres congénères moins bromés y ont été mesurés. Des concentrations variant entre 0,44 à 3 030 µg/kg dans les sédiments ont été identifiées au Royaume Uni en 1999, et d'autres recherches montrent des résultats similaires dans des pays différents. En outre, des concentrations d'octa-BDE ont également été mesurées dans le sol, les eaux usées et les biosolides (UNEP, 2007).

De nos jours, ce sont principalement les ouvriers qui sont les plus exposés à l'octa-BDE, par inhalation de poussières (approximativement 5 mg d'octa-BDE/m³) et par contact dermique (estimé à 0.54 mg octa-BDE/kg/jour). Les niveaux d'exposition les plus élevés se produisent pendant les processus de fabrication et de mélange. Une évaluation des risques pour les consommateurs n'a pas encore été élaborée, mais les données disponibles signalent que le risque est probablement négligeable (Commission Européenne, 2003)

Les recherches sur la toxicité de l'octa-BDE sont limitées, même si des augmentations de la glande thyroïdienne et de celle du foie, ainsi qu'une décroissance des niveaux de l'hormone thyroïdienne, ont été observées dans des essais chez des animaux soumis à une exposition orale et à l'inhalation de composé (Jannsen, 2005). Des études sur la mutagénéicité de la *Salmonella sp.* n'ont pas montré de résultats positifs. Aucune étude chronique chez des animaux portant sur les effets carcinogènes n'est disponible, mais dans ce cas, le potentiel de l'octa-BDE peut être anticipé par des études subchroniques (*ibid.*)

Plusieurs études révèlent que l'octa-BDE peut éventuellement former des dibenzofuranes et des dibenzo-*p*-dioxines bromées, lors de processus de combustion ou de pyrolyse. La libération de ces composés durant l'incinération de plastiques contenant de l'octa-BDE et lors d'incendies accidentels pourrait être une cause supplémentaire d'inquiétudes pour l'environnement et pour la santé publique. La dégradation complète de l'octa-BDE et de

ses sous-produits éventuels a lieu à des températures supérieures ou égales à 800°C, pendant une durée minimale de 2 secondes (*ibid.*).

En conclusion, du fait de la variation de la composition selon les marques, il est complexe d'estimer le danger potentiel de l'octa-BDE commercialisé. Les études toxicologiques et écotoxicologiques ne révèlent aucun effet observé, même à des concentrations anormalement élevées. Cependant, ces résultats doivent être interprétés avec précaution, en raison d'éventuels biais et défauts dans la conception des tests, car il a été démontré que l'hexa- et hepta-BDE (les composants majeurs de l'octa-BDE commercial) peuvent entraîner des effets significatifs sur l'environnement et la santé publique (UNEP, 2007).

5. Alternatives aux RFB actuels

Les standards de sécurité incendie sont devenus plus stricts au cours des dernières décennies. Du fait de l'augmentation exponentielle des équipements électriques et électroniques ainsi que de l'utilisation croissante des tissus synthétiques, des volumes considérables de substances chimiques retardatrices de flamme ont été ajoutées aux produits de consommation afin de répondre aux normes de sécurité. En raison de la vaste application de ces plastiques et des matériaux synthétiques, les RFB sont présents dans des produits qui n'auraient pas besoin de leur utilisation, tels que les semelles de mousse dans les chaussures de sport, ou les manettes des jeux vidéo. Cette dépendance excessive vis-à-vis des additifs a entraîné un manque d'efforts à l'égard de la conception de produits respectueux des standards de sécurité sans l'addition de composés chimiques. Le changement du dessin des produits de consommation et des matériaux utilisés est une voie plausible pour la diminution de l'usage de RFB. Dans les cas où l'utilisation de matériaux alternatifs n'est pas possible, d'autres produits plus salubres et appropriés sont à présent disponibles sur le marché et constituent des alternatives aux retardateurs de flamme halogénés actuels (Janssen, 2005).

L'utilisation de produits chimiques dans l'électronique pourrait être évitée en créant des composants qui génèrent de plus basses températures ou en séparant les composés inflammables des composés qui génèrent de haute température par des plaques de métal, par exemple. L'usage de composants à moindre voltage, ou le remplacement des plastiques par des matériaux moins inflammables, tels que le métal, le cuir, la vitre, les polymères précurseurs, le Kevlar ou les fibres naturelles figurent également parmi les options qui permettent de réduire la quantité de RFB nécessaire à l'échelle mondiale (Janssen, 2005).

Au sujet des alternatives commerciales disponibles, l'Agence Danoise de Protection de l'Environnement a réalisé un rapport très complet, publié en l'an 2000, où de nombreux produits étaient présentés comme alternatifs.

Tableau 4. Alternatives aux RFB

Nom	N° CAS.	Information disponible
Phosphate de Triphényle	115-86-6	Faible impact pour la santé publique, mais reste toxique pour l'environnement.
Phosphate de tris(méthylphényle)	1330-78-5	Faible impact dans la santé publique, mais reste toxique pour l'environnement.
Bis(phosphate) de tétraphényle et de m-	57583-54-7	Peu de données sont disponibles, il n'est pas possible d'établir un impact sur l'environnement et la

Nom	N° CAS.	Information disponible
phénylène		santé publique.
3- [(hydroxyméthyl)amino] -3- oxopropyl]phosphonate de diméthyle	20120-33-6	Très peu de données sont disponibles. Toxicité aiguë mesurée à un poids corporel de 13 mg/kg chez les rats et des effets mutagènes rapportés. Létal chez les poissons à une dose d'1 ml/l approximativement.
Hydroxyde d'aluminium	21645-51-2	Effets toxiques limités chez les mammifères après une exposition à des doses élevées. Généralement non toxique d'après les tests disponibles, mais l'ion métallique Al peut occasionner une toxicité aiguë chez les poissons et crustacés à des doses <1-10 mg/l.
Hydroxyde de magnésium	1309-42-8	Effets toxiques limités chez les mammifères après une exposition à des doses élevées. Généralement non toxique d'après les tests disponibles, mais l'ion métallique Mg peut occasionner une toxicité aiguë chez les poissons et crustacés à des doses 65 mg/l.
Acides polyphosphoriques, ou Sels d'ammonium	14728-39-9 68333-79-9	Information non disponible
Phosphore rouge	7723-14-0	Les conclusions ne sont pas claires. Le phosphore jaune a été rapporté comme très toxique pour la santé humaine (1 mg/kg), mais la forme rouge allotropique reste moins toxique.
Borate de Zinc	1332-07-6	Très peu de données disponibles. D'après la comparaison avec le borate de sodium et l'acide borique, les effets possibles chez l'homme sont une irritation de la peau, des yeux et de la gorge, et la nocivité envers les fœtus. Dans l'environnement, l'ion zinc est très toxique pour les crustacés.
Mélamine	108-78-1	Elle est considérée moyennement toxique uniquement lors de l'ingestion par des animaux. Des effets cancérogènes non montrés. La Mélamine peut être nocive pour les crustacés, mais les données relatives à la toxicité indiquent une faible toxicité aquatique. Le potentiel de bioaccumulation est faible, et c'est une substance persistante sous conditions aérobiques et anaérobiques.
Trioxyde d'antimoine	1309-64-4	Dans l'Union Européenne, il est classé comme « nocif (XN) » et doit être étiqueté comme « Phrase de risque R40 ». La substance est rapportée comme tératogène, et sa toxicité chez les crustacés et les

Nom	N° CAS.	Information disponible
		poissons est très faible.
Carbonate de quinidine	Non disponible	Pas de données disponibles sur les propriétés environnementales et sur la santé humaine. D'après la toxicité du sulfate de quinidine, cette substance est supposée nocive pour les crustacés, mais pas pour les poissons.

Source: Miljøstyrelsen, 2000

Ainsi, un rapport élaboré par le gouvernement allemand a déterminé que les retardateurs de flamme tels que l'hydroxyde d'aluminium, les acides polyphosphoriques ou le phosphore rouge sont moins nocifs pour l'environnement que les retardateurs de flamme bromés utilisés actuellement (Leisewitz *et. al.*, 2001 in Janssen, 2005).

Dans une étude réalisée dans le cadre de la recherche d'alternatives au penta-BDE dans la fabrication de mousse, le phosphate de triphényle, utilisé comme retardateur de flamme bromé de type additif, s'est révélé moins nocif pour l'homme et pour l'environnement. Ce produit chimique alternatif implique un risque moindre de cancer, de sensibilisation dermique et de lésions neurologiques et a moins d'effets dans la reproduction et le développement de l'organisme. En outre, la persistance et le potentiel de bioaccumulation dans l'environnement se sont avérés faibles, même si des toxicités chroniques et aiguës élevées ont été suggérées (US EPA, 2005).

Le Comité d'Étude des Polluants Organiques Persistants de la Convention de Stockholm, après sa troisième réunion à Genève, en novembre de 2007, a élaboré un guide avec des considérations à faire lors de l'évaluation de la gestion des risques du penta-BDE. Ce document prévoit une liste avec des alternatives chimiques qui pourraient remplacer le penta-BDE dans sa fonction de retardateur de flamme, et présente également des matériaux alternatifs qui permettraient de réduire l'utilisation de ce composé (UNEP, 2007b).

Des évaluations spécifiques visant la substitution d'un produit chimique ont été élaborées pour plusieurs composés. Ainsi, en 2006 l'Agence Danoise de Protection de l'Environnement a évalué les possibilités de substitution du déca-BDE, et il a été constaté que toutes les applications de ce composé avaient une alternative technique acceptable disponible sur le marché (Agence danoise de Protection de l'Environnement, 2006). Cependant, cette déclaration contredit les affirmations des fabricants de RFB, qui ont relevé des difficultés à remplacer le déca-BDE dans certains plastiques, en raison du manque d'alternatives testées qui auraient prouvé leurs propriétés mécaniques et leur efficacité comme retardatrices de flamme.

Malgré le débat entre les fabricants et les équipes scientifiques, certains fabricants ont volontairement abandonné l'usage des RFB du fait de l'augmentation des préoccupations vis-à-vis de la sécurité pour l'environnement et pour la santé publique. Soit pour des motifs de marketing, soit en raison de l'application de politiques de Responsabilité Sociale Corporative, les fabricants d'ordinateurs et d'équipements électroniques tels que Apple, Ericsson, IBM, Intel, Motorola, Panasonic, Phillips et Sony utilisent actuellement des alternatives aux retardateurs de flamme halogénés. De même, certaines enseignes de meubles, telles que Ikea, Crate et Barrel, et Eddie Bauer demandent à ses fournisseurs d'utiliser des mousses de polyuréthane sans PBDE. De grandes compagnies telles que la Great Lakes Chemical Corporation, le plus grand producteur de retardateurs de flamme bromés aux États-Unis, ont volontairement accepté d'abandonner la production de penta- et octa-BDE. De plus, des initiatives telles que le Programme d'Action pour le Contrôle des Emissions Volontaires (VECAP), lancé par l'association de fabricants Forum pour l'Environnement et la Science du Brome (BSEF), ont pour but de faciliter et développer la compréhension des RFB et des émissions dérivées de leur utilisation (Janssen, 2005).

6. Le Statut des RFB dans la région méditerranéenne

Afin d'obtenir les renseignements nécessaires pour l'élaboration de cette étude, un formulaire a été envoyé aux Points Focaux Nationaux des pays méditerranéens. Les Points Focaux Nationaux devaient faire parvenir ce questionnaire aux représentants du gouvernement compétent afin de compléter les différents domaines d'information requis.

Parmi les vingt-deux pays concernés par cette étude ou participant à cette étude, uniquement sept Points Focaux Nationaux ont renvoyé le questionnaire rempli avec les données relatives à la situation des RFB dans leur pays : la Croatie, Chypre, Israël, la Libye, Monaco, la Serbie³ et la Syrie. L'information rapportée par ces sept pays est cependant très limitée.

Les informations envoyées par ces pays sont développées dans les paragraphes suivants.

6.1 Cadre légal et administratif

L'information relative au cadre légal et administratif des retardateurs de flamme bromés dans la région méditerranéenne a été demandée aux Point Focaux pour le Plan d'Action de la Méditerranée.

Il est important de signaler qu'un cadre régulateur approprié est considéré comme essentiel afin de développer des mesures efficaces et de mettre en œuvre une stratégie de gestion adéquate des RFB.

Les renseignements collectés sont présentés dans les paragraphes suivants et la Figure 8 permet d'avoir une perspective générale des mesures réglementaires existantes à propos des RFB en région méditerranéenne.

³ La Serbie ne fait pas partie du Plan d'Action pour la Méditerranée. Pourtant, elle fait partie de cette étude en raison de son intérêt spécifique. En outre, le CARPP, en termes de Centre Régional pour la Convention de Stockholm pour le transfert de technologies et le développement des capacités, est chargé de promouvoir le transfert de connaissances entre les Parties.

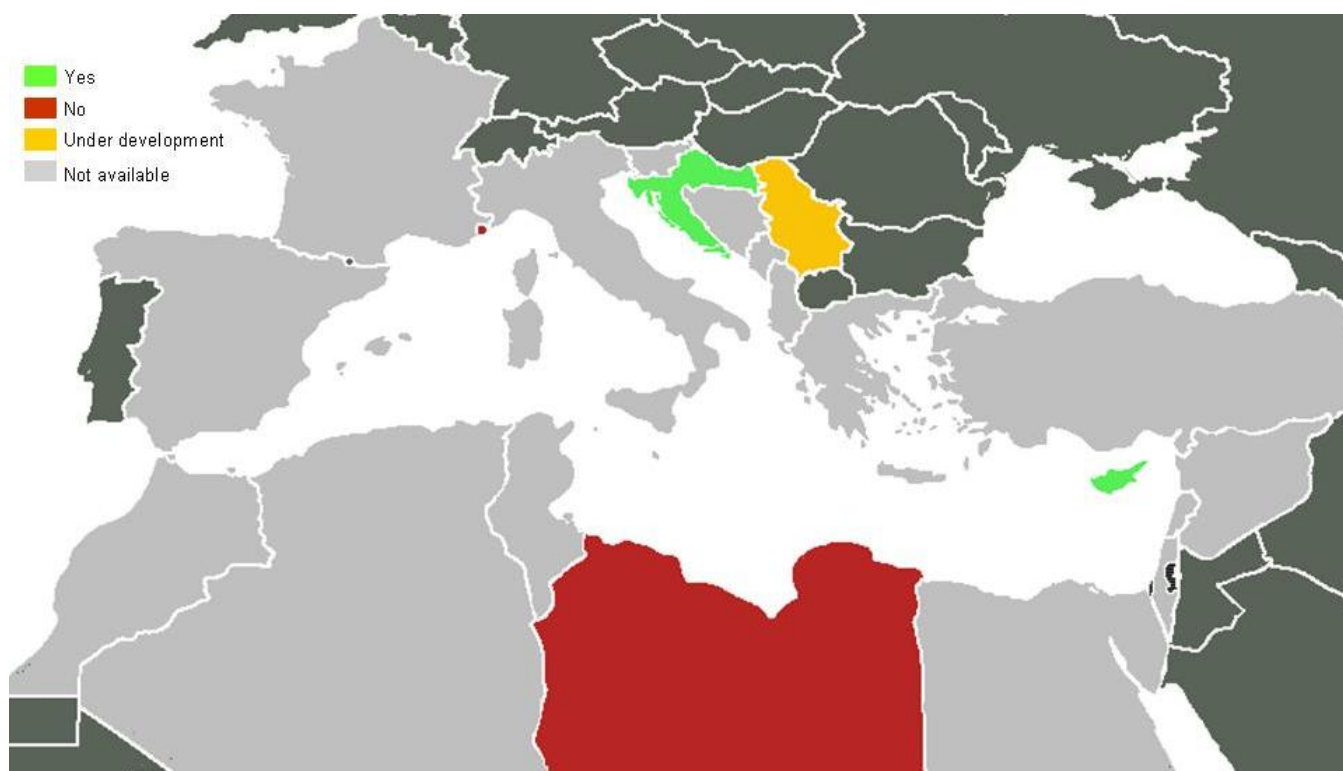


Figure 8: Mesures légales sur les RFB. (Source: questionnaires des Points Focaux pour le Plan d'Action de la Méditerranée)

6.1.1 La Croatie

La Croatie a développé des mesures administratives visant à limiter l'usage des RFB. La liste des produits chimiques dangereux dont l'usage doit être abandonné ou limité, qui a été publiée dans la Gazette Officielle 17/06, déclare spécifiquement que les PBB (hexa-, octa- et décabromobiphényles) ne doivent pas être utilisés dans des produits textiles tels que les vêtements, les sous-vêtements et le linge de corps destinés à être en contact avec la peau.

Au sujet des PBDE, la même norme limite l'utilisation du penta- et de l'octa-BDE. Ces composés ne doivent pas être disponibles sur le marché, ni utilisés comme substances ou composants d'autres substances ou préparations à des concentrations supérieures à 0,1% en masse. Il est également établi que des articles ou leurs composants contenant ces substances à une concentration supérieure à 0,1% en masse ne doivent pas être mis sur le marché.

En ce qui concerne le déca-BDE, le TBBPA ou l'HBCDD, aucun règlement n'est mentionné.

6.1.2 Chypre

Chypre a également publié des normes au sujet de la limitation de la production, de l'utilisation, des importations et des exportations de RFB. L'HBB est soumis au Règlement 850/2004/CE du Parlement Européen et du Conseil concernant les Polluants Organiques Persistants, du 29 avril 2004.

Dans le cadre des Réglementations des Substances Dangereuses (P.I. 292/2002), un règlement national spécifique sur le TDBPP4 relatif à la classification, le conditionnement et l'étiquetage des substances dangereuses et de leurs préparations a été adopté. Le TDBPP4 ne doit pas être utilisé dans des produits textiles tels que les vêtements, les sous-vêtements et le linge de corps, qui sont en contact avec la peau. Etant donné que le TDBPP ne se trouve pas parmi les retardateurs de flamme les plus communs, il ne figure pas dans ce rapport. Cependant, il est important de remarquer que certains pays ont adopté des mesures légales portant sur des substances qui pourraient constituer des alternatives plausibles à celles qui sont utilisées dans l'actualité.

Aucun renseignement n'a été rapporté au sujet de l'existence de mesures légales ou administratives relatives au penta-BDE, octa-BDE, déca-BDE, TBBPA ou HBCDD ; toutefois, en raison de l'appartenance de Chypre à l'Union Européenne, il peut être retenu que les règlements approuvés par la Commission Européenne y sont également appliqués.

6.1.3 Israël

Israël n'a pas envoyé d'informations concernant des mesures légales ou administratives au sujet de la production, de l'utilisation, des importations ou des exportations de retardateurs de flamme bromés dans le pays.

6.1.4 La Libye

D'après le formulaire renvoyé par la Libye, il n'existe pas de mesures nationales pour limiter la production, l'utilisation, les importations ou les exportations des RFB. L'absence d'un plan d'action relatif à la gestion des retardateurs de flamme bromés pourrait expliquer ce manque de législation nationale et également le fait qu'aucune stratégie visant l'identification et la gestion de stocks, déchets ou produits contenant des RFB n'ait été mise en œuvre.

6.1.5 Monaco

La Principauté de Monaco a signalé ne pas avoir mis en place de règlements législatifs ou administratifs concernant la production, l'utilisation, les importations ou les exportations de RFB, étant donné que « cette question ne s'applique pas dans le pays ».

6.1.6 La Serbie

La Serbie ne dispose pas de normes concernant la production, l'utilisation, les importations ou les exportations de RFB. Cependant, l'information suivante figurait dans le formulaire :

« Dans la législation nationale actuelle il n'existe pas de mesures spécifiques visant la production, l'utilisation, les importations et/ou les exportations de RFB. Une nouvelle Loi concernant les Produits Chimiques passe actuellement devant le Parlement et sera adoptée prochainement. Cette norme imposera les obligations de base nécessaires pour le développement d'une législation subsidiaire future visant à la limitation spécifique des RFB, comme prévu dans la législation européenne (Annexe XVII du Règlement 1907/2006/ CE – REACH). En outre, la nouvelle Loi concernant la Gestion des Déchets, qui sera promptement adoptée, est cohérente avec la Directive 2002/95/CE sur la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques »

De cette manière, la Serbie a rapporté ne pas avoir mis en œuvre de stratégie visant l'identification et la gestion de stocks, d'articles ou produits, ou de déchets contenant des RFB. Toutefois, une nouvelle loi concernant les produits chimiques et qui introduira davantage de restrictions quant aux RFB, ainsi qu'une nouvelle loi permettant d'appliquer la législation européenne au sujet de la gestion des déchets d'équipements électriques et électroniques sont actuellement en discussion.

D'autre part, dans le but d'optimiser le développement de mesures légales pour ces substances chimiques, la Serbie sollicite l'assistance technique d'autres pays et d'organisations supranationales.

En ce qui concerne l'existence de stratégies visant à identifier les sites contaminés par des RFB, aucune mesure nationale n'est actuellement mise en place, mais des règlements seront adoptés conjointement à des stratégies d'identification des sites contaminés.

6.1.7 La Syrie

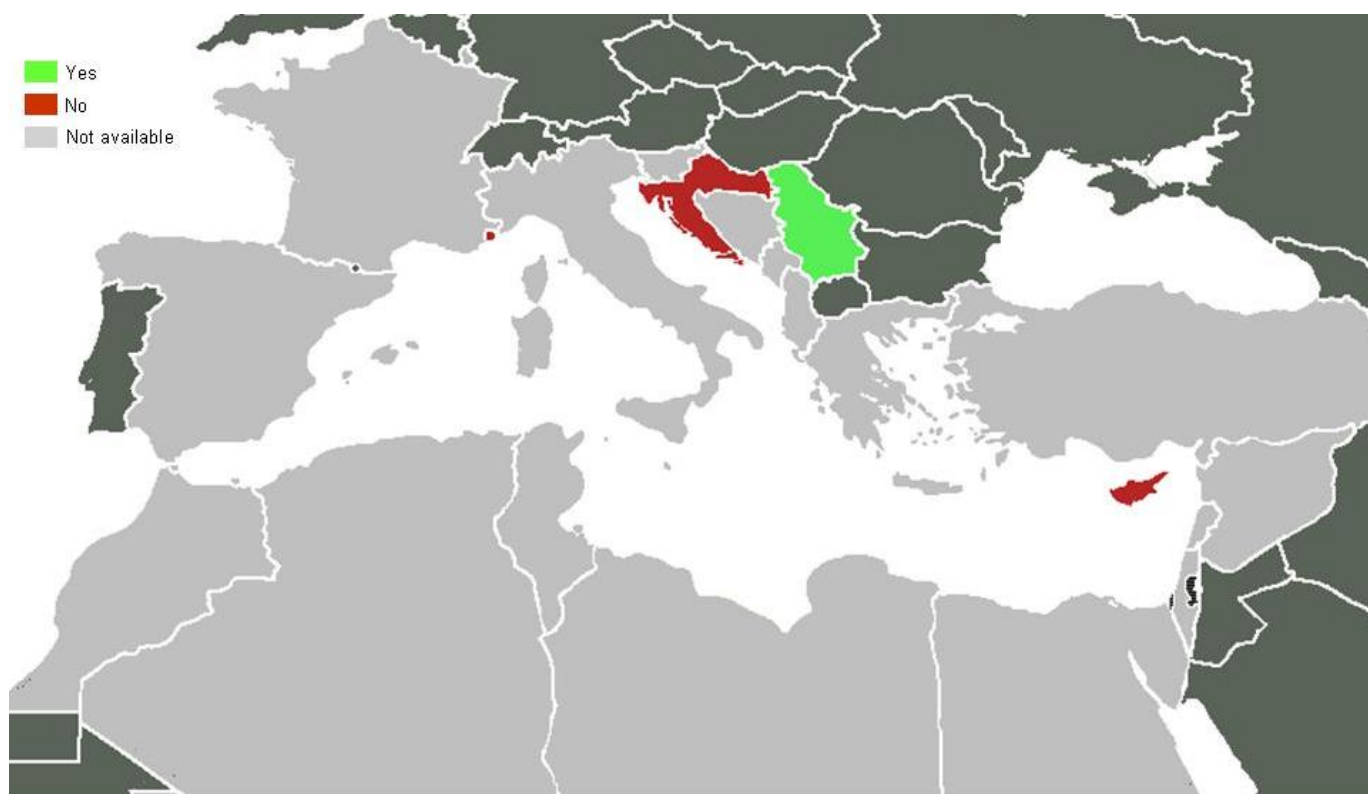
Aucun renseignement relatif à la disponibilité de mesures légales ou administrative visant à limiter les importations, les exportations, la production et/ou l'utilisation de RFB n'a été rapporté par la Syrie.

6.2 Production, usage et stocks

Afin d'obtenir une connaissance générale sur la situation des RFB dans les pays de la région méditerranéenne, le rassemblement et l'organisation des informations sur la production, l'utilisation et les stocks existants actuellement dans chaque pays s'avèrent très nécessaires.

Ainsi, cette section présente les données compilées à travers des formulaires envoyés aux Points Focaux Nationaux pour le Plan d'Action pour la Méditerranée au sujet des retardateurs de flamme bromés dans les pays méditerranéens.

La Figure 9 permet d'avoir une perspective au sujet de la production, de l'utilisation et des stocks de RFB dans les pays méditerranéens d'après les données apportées par chaque pays.



Remarks:

- (1) Croatia and Cyprus have not produced BFRs, but no information was provided on import/export.
- (2) Serbia has imported BFRs, but not produced or exported.

Figure 9: Production, importations, exportations, utilisation et stocks (Source: formulaires rapportés par les Points Focaux du MAP)

6.2.1 La Croatie

La Croatie affirme n'avoir produit aucun des RFB étudiés, mais aucune information sur les données relatives aux importations et exportations de ces composés n'a été apportée.

En outre, aucune mesure visant à réduire ou à éliminer les rejets provenant des stocks ou des déchets n'a été adoptée, et aucune stratégie d'identification des stocks, produits, articles ou déchets contenant des RFB n'a été mise en place dans le pays. De même, aucune mesure quant à la gestion chimique écologique des stocks de produits ou de déchets chimiques n'a été relevée.

6.2.2 Chypre

Selon le formulaire renvoyé par Chypre, il n'y a jamais eu de production de RFB dans le pays. De même, Chypre n'a pas rapporté de renseignements concernant les exportations et les importations de ces substances.

6.2.3 Israël

Aucun renseignement n'a été apporté au sujet de la production ou des exportations de RFB en Israël. En outre, ce pays nie l'existence d'importations de ces substances et spécifie que les « retardateurs de flamme bromés y sont produits localement en quantité suffisante ».

6.2.4 La Libye

La Libye a rapporté ne pas disposer de données concernant la production, les importations et les exportations de RFB.

6.2.5 Monaco

Des stratégies visant à identifier les stocks, les produits, les déchets et les sites contaminés par des RFB n'ont pas été développées dans la Principauté de Monaco, car cette question ne s'applique pas à ce pays.

Néanmoins, d'après le formulaire, Monaco n'a jamais produit, importé ou exporté de RFB.

6.2.6 La Serbie

La Serbie a rapporté ne pas avoir produit de RFB, et aucune information concernant les exportations de ces substances n'est disponible. Des quantités réduites ont été importées pour usage en laboratoire, mais le volume de ces quantités n'est pas connu.

En ce qui concerne les usages historiques et actuels des RFB, la Serbie affirme ne pas disposer de renseignements sur leur utilisation passée, et des recherches dans le

domaine des produits ignifuges dans des articles de consommation confirment également que les produits actuellement disponibles sur le marché ne contiennent pas de RFB.

6.2.7 La Syrie

Aucune information sur la production, les exportations ou les importations des retardateurs de flamme bromés n'a été notifiée par la Syrie dans son formulaire.

6.3 Mesures relatives aux RFB et préoccupations principales

L'existence de programmes et d'actions de recherche relatifs aux RFB est un bon indicateur des connaissances générales sur ces produits chimiques à l'échelle nationale.

De même, il est essentiel de savoir si des campagnes d'information, de divulgation et d'éducation des populations sont ou ont été entreprises.

Outre l'établissement d'un cadre légal adéquat, il s'avère indispensable d'informer la population générale au sujet des risques et des préoccupations issues de l'utilisation de ces produits chimiques.

D'autre part, des précisions à propos de ce que les pays méditerranéens identifient comme préoccupation ou comme aspect important relatif aux RFB ont également été demandées, même si peu de réponses à ce sujet sont parvenues. Un aperçu général de la disponibilité des informations sur la production, les usages et les stocks de RFB dans les pays méditerranéens est proposé Figure 10.



Figure 10: Programmes visant à la recherche d'alternatives, d'information publique, de divulgation et d'éducation (Source: formulaires des Points Focaux du MAP)

6.3.1 La Croatie

En raison d'un manque de ressources techniques et financières et du fait que cette question ne figure pas parmi les priorités nationales, la Croatie a rapporté ne pas avoir développé de programme de recherche sur les RFB.

Dans le cas de la Croatie, la mise en place d'un plan de surveillance pour l'identification des articles et des produits de consommation contenant ou étant contaminés par des retardateurs de flamme bromés, ainsi que celle de mesures visant à informer et éduquer le public constituent un nouveau défi pour les autorités.

6.3.2 Chypre

Chypre a rapporté la mise en place de mesures visant à informer et éduquer le public dans le domaine des RFB par l'intermédiaire du site Internet du Département de l'Inspection du Travail. Des renseignements concernant le HBB et le TDBPP sont effectivement publiés sur ce site Internet et peuvent être consultés par le public.

Des programmes visant à gérer les effets de ces substances sur l'environnement et la santé publique, ainsi que des études visant à identifier des produits alternatifs ont été engagées.

6.3.3 Israël

Aucun renseignement n'est rapporté concernant les études réalisées sur la santé publique et les impacts environnementaux des RFB, ni à propos de la mise en œuvre de programmes visant à proposer des alternatives ou à mettre en place des processus d'information et d'éducation du public.

6.3.4 La Libye

En ce qui concerne la disponibilité de programmes de remplacement des RFB, la Libye rapporte ne pas en disposer du fait du manque d'un Plan d'Action.

La recherche en matière de RFB, telle que la réalisation d'études, de rapport d'évaluation des risques et de programmes de surveillance n'a pas été mise en place en Libye en raison du manque de ressources techniques et d'expériences dans ce domaine.

De la même manière, des campagnes visant à informer et éduquer la population au sujet des RFB n'ont pas été promues en Libye.

6.3.5 Monaco

D'après ce questionnaire, les questions relatives aux RFB ne s'appliquent pas à la Principauté de Monaco. Ainsi, il n'y pas eu de promotion de recherche sur des alternatives aux RFB, et ces produits ne font pas l'objet de recherches, de rapports d'évaluation des risques, ni de programmes de surveillance.

6.3.6 La Serbie

Selon le formulaire, les données relatives à la substitution des RFB en Serbie ne sont pas disponibles. De même, il n'y a pas d'information sur des études, des évaluations des risques ou de programmes de surveillance entrepris en Serbie afin d'identifier les effets des RFB sur la santé publique et l'environnement.

Des mesures sur les processus d'information publique, de divulgation et d'éducation au sujet des RFB ne sont pas disponibles dans ce pays. Ce qui, avec le manque d'un inventaire des stocks et des déchets de RFB et le manque absolu de législation en matière de RFB, constitue un des principaux obstacles identifiés par la Serbie.

Ainsi, la Serbie considère comme prioritaire l'adoption d'un nouveau cadre réglementaire cohérent avec la législation européenne, le développement d'inventaires de stocks et de déchets de RFB, et l'implémentation de mesures relatives à l'éducation de la population générale au sujet de ces produits chimiques.

6.3.7 La Syrie

D'après le formulaire, la Syrie n'a pas mis en place de mesures relatives à la recherche d'alternatives aux RFB pour en limiter l'utilisation. De même, ce pays n'a pas entrepris d'études, d'évaluations des risques, ni de programmes de surveillance des RFB. À ce stade, aucun processus d'information et d'éducation de la population au sujet des RFB n'a été mis en œuvre.

7. Conclusions

Un aperçu général du statut légal des retardateurs de flamme bromés dans la région méditerranéenne a révélé que les pays méditerranéens européens ont à présent un cadre légal approprié et cohérent avec la législation internationale au sujet des RFB. Cependant, d'après les renseignements compilés à travers les formulaires, les pays méditerranéens ne faisant pas partie de l'Union Européenne semblent avoir moins de stratégies et de connaissances au sujet des RFB, et dans certains cas un manque absolu de législation.

Toutefois, les conclusions exposées ci-dessus ne doivent pas être considérées comme représentatives de l'ensemble des pays méditerranéens non européens. De plus, les renseignements obtenus à l'aide des formulaires ne sont pas aussi complets que ceux qui seraient nécessaires afin de faire une évaluation exhaustive de la situation actuelle.

En ce qui concerne ces pays méditerranéens ne faisant pas partie de l'UE des 27, la perception générale est que la législation européenne est une référence prise en considération lors du développement des lois nationales, qui s'appuient fondamentalement sur les Directives RoHS et DEEE.

Outre les informations obtenues à travers ces formulaires, une recherche bibliographique exhaustive a été réalisée pour l'élaboration de ce rapport de façon à établir un aperçu général concernant les RFB en région méditerranéenne. L'information trouvée était éparpillée et incomplète, et concernait principalement les études toxicologiques réalisées dans certains pays méditerranéens ainsi que la législation européenne actuelle. Pour les pays non-européens, l'information disponible était très limitée. En outre, le petit nombre de formulaires renvoyés par les pays et le peu de renseignements compilés à travers ces questionnaires signale que le niveau général de connaissances concernant ce sujet est limité dans la plupart des pays méditerranéens.

En ce qui concerne les effets des RFB sur la santé humaine et l'environnement, bien que des études toxicologiques et écotoxicologiques aient été menées pendant les dernières décennies, l'évaluation réalisée dans le présent rapport a constaté que l'information doit être plus largement collectée, particulièrement au sujet des RFB qui ont été récemment utilisés comme alternatives aux substances des années 1970. Le développement de nouvelles recherches visant les effets à long terme des RFB utilisés dans les produits de consommation les plus courants devrait être promu, afin d'évaluer les risques pour l'environnement et pour la sécurité dérivée de leur utilisation.

La prise en compte des RFB dans les accords internationaux concernant la gestion des produits chimiques est essentielle. Du fait des propriétés chimiques de ces substances (qui facilitent leur distribution dans le monde) et en raison du marché globalisé actuel, où les substances chimiques sont transportées à des milliers de kilomètres de distance de l'endroit de production pour leur consommation finale, la mise en place d'actions locales ne suffit pas pour aborder la question des RFB. Les amendements aux Annexes de la Convention de Stockholm, qui ont permis d'introduire certains produits RFB en 2009, constituent des avancées, mais les efforts doivent être poursuivis afin de garantir la sécurité pour la santé humaine et l'environnement, concernant les produits chimiques qui sont utilisés actuellement comme substances retardatrices de flamme.

Des alternatives aux retardateurs de flamme bromés sont disponibles sur le marché depuis plusieurs années, et certains fabricants ont déjà mis en place des mesures pour réduire l'utilisation de composés halogénés. Pourtant, malgré l'absence de données actuelles concernant la demande mondiale de RFB, certains indicateurs manifestent une tendance à un accroissement de l'utilisation de ces produits.

8. Propositions

La présente étude a mis en évidence la nécessité de nouvelles recherches visant les aspects toxicologiques et écotoxicologiques des retardateurs de flamme bromés actuels, particulièrement pour les RFB qui ont été utilisés pendant de courtes et récentes périodes de temps. Des mesures politiques devraient être prises pour aborder cette question, par la mise en place de règlements visant une gestion appropriée de ces produits chimiques et des programmes concernant les effets éventuels des tendances actuelles d'usage de RFB.

Certains pays méditerranéens ont révélé ne pas avoir la capacité technique et/ou les ressources financières nécessaires pour investir dans des programmes de recherche au sujet des RFB, ou pour promouvoir la sensibilisation de la population générale à leur sujet. Ainsi, une nécessité de renforcer le développement des capacités et des activités de transfert de technologies est mise en relief pour persuader les pays en voie de développement de l'importance de cette question, avec le soutien des pays ou régions ayant une large expérience dans la gestion des RFB.

Les pays ayant la capacité technique et financière nécessaire devraient compiler toute les informations disponibles concernant les utilisations, la commercialisation et les déchets de RFB afin de mettre en place des stratégies futures à propos de cette question.

Dans ce contexte, le transfert des connaissances entre les pays, ainsi qu'avec les Secrétariats des Accords Multilatéraux sur l'Environnement (AME) est primordial, afin de partager des informations concernant les alternatives aux RFB, des études et des projets de R&D actuellement en cours de développement.

La mise en place de mécanismes de communication avec des AME relatifs aux produits chimiques devrait également être promue, assurant la préparation et le renvoi de propositions d'inclusion de RFB dans la législation internationale des produits chimiques.

Des campagnes de promotion des connaissances au sujet des RFB devraient être réalisées à destination de la population générale dans les pays développés et en voie de développement. Le consommateur, en tant qu'utilisateur final des articles contenant des RFB, devrait avoir la possibilité de choisir parmi les produits disponibles sur le marché et pouvoir éviter les articles contenant des produits chimiques potentiellement plus dangereux. Ces actions peuvent motiver des changements sur la demande du marché et pourraient constituer de très puissants outils permettant de réduire les niveaux de RFB

dans l'environnement. Les changements sur la demande pourraient également amener les fabricants à investir dans le développement de produits ne requérant pas de retardateurs de flamme chimiques, ou à rechercher des alternatives.

En accord avec le paragraphe précédant, des mesures visant à promouvoir la substitution des RFB devraient être développées, étant donné que certains des produits considérés comme alternatifs se sont révélés nocifs pour l'environnement ou la santé humaine dans une certaine mesure.

Des informations relatives à la toxicité et à l'écotoxicité des RFB sont disponibles pour les produits les plus utilisés, mais sont limitées pour ceux qui sont censés les remplacer par des mesures volontaires mises en oeuvre dans certaines entreprises de fabrication. Un suivi exhaustif devrait être réalisé au sujet de ces substitutions afin d'éviter de futurs problèmes concernant les produits chimiques considérés actuellement comme alternatifs.

9. Bibliographie

- Alaee, M., Arias, P., Sjodin, A., Bergman, A., 2003. *An overview of commercially used brominated flame retardants, their applications, their use patterns in different countries/regions and possible modes of release.*
- Birnbaum, Linda S.; Staskal, Daniele F., 2004. *Brominated Flame Retardants: Cause for Concern?* Environmental Health Perspectives, Volume 12, number 1.
- BSEF⁴, 2000. *An Introduction to Brominated Flame Retardants.* Brussels, Belgium.
- BSEF, 2001. *Brominated Flame Retardants in consumer and commercial products.* Brussels, Belgium.
- BSEF, 2009. *TBBPA Fact Sheet. Edition January 2009.* Brussels.
- BSEF, 2009[2]. *Deca-BDE Fact Sheet. Edition January 2009.* Brussels.
- BSEF, 2009[3]. *HBCDD Fact Sheet. Edition June 2009.* Brussels.
- Commission Européenne, 2008. Questions and answers on the revised directive on waste electrical and electronic equipment (WEEE). MEMO/08/764. Brussels. December 2008. Retrieved from <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=MEMO/08/764> on July 2009.
- Commission Européenne, 2009. *What is REACH?* Retrieved from http://ec.europa.eu/environment/chemicals/reach/reach_intro.htm on June 2009.
- Commission Européenne, 2001. *European Union Risk Assessment Report. Volume 5: DIPHENYL ETHER, PENTABROMO DERIVATIVE.. EUR 20402 EN.* European Chemicals Bureau. Institute for Health and Consumer Protection. Luxembourg. 2002.
- Commission Européenne, 2002. *European Union Risk Assessment Report. Volume 17: BIS(PENTABROMOPHENYL)ETHER. EUR 19730 EN.* European Chemicals Bureau. Institute for Health and Consumer Protection. Luxembourg. 2001.
- Commission Européenne, 2003. *Union Risk Assessment Report. Volume 16: Diphenyl Ether, Octabromo derivate. EUR 20403 EN.* European Chemicals Bureau. Institute for Health and Consumer Protection. Luxembourg. 2003
- Danish EPA⁵, 2006. *Deca-BDE and Alternatives in Electrical and Electronic Equipment.* Carsten Lassen and Sven Havelund, COWI A/S, Denmark Andre Leisewits,

⁴ Forum pour l'Environnement et la Science du Brome (BSEF)

⁵ Agence danoise de Protection de l'Environnement

Oeko-Recherche GmbH, Germany, Peter Maxson, Concorde East/West Sprl, Belgium, August 2006.

Darnerud, P.O, 2003. *Toxic effects of brominated flame retardants in man and in wildlife*. Environment International., Volume 29, Issue 6 P. 841-853.

EPFRIP⁶, 2009. Retrieved on June 2009 from <http://www.ebfrip.org/main-nav/european-regulatory-centre/national-regulations/sweden/>

Hindersinn RR, 1990. *Historical aspects of polymer fire retardance*. In: Nelson GL, editor. Fire and polymers hazard identification and prevention. American Chemical Society Symposium Series, vol. 415. New York: American Chemical Society; 1990.

Janssen, S., 2005. *Brominated Flame Retardants: Rising Levels of Concern*. Health Care Without Harm.

KEMI⁷, 2009. *Kemi is still active in the EU investigation of deca-BDE*. Retrieved on June 2009 from http://www.kemi.se/templates/News_5645.aspx

KEMI, 2009[2]. *DekaBDE-rapport från ett regeringsuppdrag*. Kemikalieinspektionen. Mars 2009.

Leisewitz A, Kruse H, Schramm E., 2001. *Substituting environmentally relevant flame retardants: Assessment fundamentals UBA-FB 0001.71/1*. Federal Ministry of the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety. Berlin. 2001.

Miljøstyrelsen⁸, 2000. *Alternatives to brominated flame retardants. Screening for environmental and health data*. Denmark. 2000.

OECD⁹, 2008. *Brominated Flame Retardants (BFRs): Hazard/Risk Information Sheets*. Retrieved on June 2009 from <http://www.oecd.org/dataoecd/3/6/42073463.pdf>

OSPAR Commission, 2001. *Certain Brominated Flame Retardants – Polybrominated Diphenylethers, Polybrominated Biphenyls, Hexabromo Cyclododecane (2004 Update)*.

OSPAR Commission, 2009. OSPAR Commission web site. Retrieved from <http://www.ospar.org> on May 2009.

⁶ European Brominated Flame Retardant Industry Panel.

⁷ Kemikalieinspektionen (Agence suédoise des substances chimiques).

⁸ Agence danoise de Protection de l'Environnement

⁹ Organisation de Développement et de Coopération Economiques (OECD).

- RIKZ¹⁰, 2000 & BKH Consulting Engineers. *Chemical Study on Brominated Flame-retardants*. RIKZ/2000.017.
- SAICM/ICCM.2/15, 2009. *Report of the International Conference on Chemicals Management on the work of its second session*. UNEP. May 2009. Geneva.
- SFT¹¹, 2008. *Ban on deca-BDE. Publication n° 2401/2008*. Retrieved on July 2009 from <http://www.sft.no/publikasjoner/2401/ta2401.pdf>.
- Swedish Chemical Agency, 2008. *Risk Assessment: Hexabromocyclododecane. Final Draft*. Sundbyberg, Sweden.
- UNEP, 2006. *Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its second meeting. Addendum. Risk profile on Hexabromobiphenyl (UNEP-POPS-POPRC.2-17-Add.3)*. United Nations Environmental Programme. November 2006. Geneva.
- UNEP, 2007. *Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its third meeting. Addendum. Risk profile on commercial octabromodiphenyl ether (UNEP/POPS/POPRC.3/20/Add.6)*. United Nations Environmental Programme. November 2007. Geneva.
- UNEP, 2007b. *Other information related to uses and data sources provided by the intersessional working group on commercial pentabromodiphenyl ether (UNEP/POPS/POPRC.3/INF/23)*. United Nations Environmental Programme. November 2007. Geneva.
- UNEP, 2009. *Advanced Report of the Conference of the Parties of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants on the work of its fourth meeting (UNEP/POPS/COP.4/38)*. United Nations Environment Programme. Conference of the Parties of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Fourth meeting.
- US EPA¹², 2005. *Furniture Flame Retardancy Partnership: Environmental Profiles of Chemical Flame-Retardant Alternatives for Low-Density Polyurethane Foam (Volume 1)*.
- US EPA, 2009. *Flame Retardants in Printed Circuit Boards Partnership* web site. Retrieved from <http://www.epa.gov/dfe/pubs/projects/pcb/index.htm> on July 2009.
- USGS¹³, 2008. *2007 Minerals Yearbook*. US Department of the Interior.

¹⁰ Rijksinstituut voor Kust en Zee (Institut National pour la gestion côtière et marine)

¹¹ Statens forurensningstilsyn (Autorité Norvégienne de contrôle de la pollution).

¹² Agence de Protection de l'Environnement des États-Unis.

VCCEP¹⁴, 2008. *Update from the original VCCEP submission dated Dec 17, 2002 and the peer consultation meeting in April 2003. Decabromodiphenyl ether.*

WHO¹⁵, 1994. *Environmental Health Criteria n° 162: Brominated Diphenyl Ethers.*
International Programme on Chemical Safety. Geneva. 1994.

WHO, 1995. *Environmental Health Criteria n° 172: Tetrabromobisphenol A and derivatives.*
International Programme on Chemical Safety. Geneva. 1995.

¹³ Institut d'études géologiques des États-Unis

¹⁴ Programme volontaire d'évaluation des effets des produits chimiques sur les enfants.

¹⁵ Organisation Mondiale de la Santé (OMS).



Centre d'Activités Régionales pour la Production Propre (CAR/PP)

Dr. Roux, 80 - 08017 Barcelona (Spain)
Tel.: + 34 93 553 87 90 - Fax: + 34 93 553 87 95
E-mail: cleanpro@cprac.org
<http://www.cprac.org>



Printed on 100% recycled, chlorine-free paper