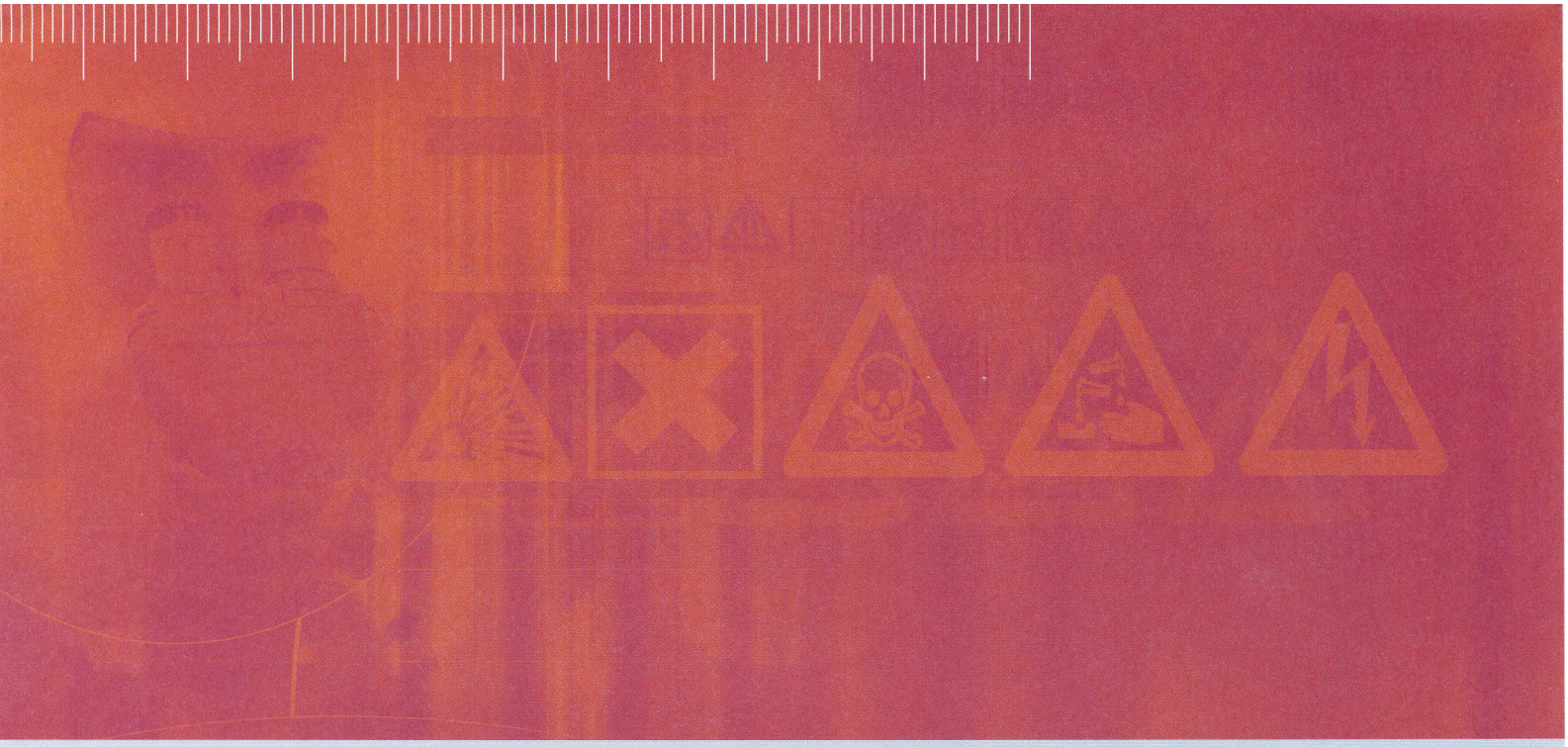


RAPPORT 06/02/2018

INERIS-DRC-17-164545-09803A

MAITRISE DES RISQUES DANS LES FILIERES DE RECYCLAGE DES DECHETS CONTENANT DES SUBSTANCES DANGEREUSES : CAS DES PLASTIQUES DES DEEE CONTENANT DES RETARDATEURS DE FLAMME BROMES

INERIS

maîtriser le risque
pour un développement durable

MAITRISE DES RISQUES DANS LES FILIERES DE RECYCLAGE DES DECHETS CONTENANT DES SUBSTANCES DANGEREUSES : CAS DES PLASTIQUES DES DEEE CONTENANT DES RETARDATEURS DE FLAMME BROMES

Rapport réalisé pour le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire

Personnes ayant participé à l'étude :
- INERIS : Pierre Hennebert, Alice James-Casas
- SGS : François David
- OCAD3E : Marianne Fleury

PRÉAMBULE

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis, recommandations, préconisations ou équivalent qui seraient portés par l'INERIS dans le cadre des prestations qui lui sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. Etant donné la mission qui incombe à l'INERIS de par son décret de création, l'INERIS n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite. La responsabilité de l'INERIS ne peut donc se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.

	Rédaction	**Vérification**	**Approbation**
NOM	Flore REBISCHUNG	Roger REVALOR	Martine RAMEL
Qualité	Ingénieur à l'unité COSM « Comportement des Contaminants dans les Sols et les Matériaux »	Responsable de l'unité COSM du pôle RISK « Risque et technologies durables »	Responsable du pôle RISK, Direction des Risques Chroniques
Visa			

SOMMAIRE

GLOSSAIRE **7**

RESUME **9**

INTRODUCTION **10**

1. DE L'EQUIPEMENT ELECTRIQUE OU ELECTRONIQUE AU DECHET RESULTANT : LES FLUX DE MATIERES ET LES REGLEMENTATIONS QUI LES ENCADRENT **12**

1.1 Etat des lieux des flux de matières 12

1.2 Cadre réglementaire 13

1.2.1 Les EEE et la directive RoHS II 13

1.2.2 Les DEEE et leur Directive 14

1.2.3 La fraction bromée des plastiques de DEEE, la convention de Stockholm et le règlement POP 15

1.2.4 La Directive Cadre Déchets et le statut de déchets dangereux ou non dangereux 17

1.2.5 La gestion des plastiques bromés sur le territoire national : la circulaire du 30/11/2012 17

1.2.6 La seconde vie des plastiques triés, la sortie du statut de déchet et le règlement REACH 18

1.2.7 Synthèse 20

2. LES RFB ET LEURS DANGERS **21**

3. CONTENUS EN RFB DE DIFFERENTES FRACTIONS ETUDIEES : SYNTHESE DES ENSEIGNEMENTS ACQUIS **24**

3.1 Données étudiées 24

3.2 Enseignements acquis 24

3.3 Conséquences et perspectives 25

CONCLUSION **27**

BIBLIOGRAPHIE **28**

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Limites de concentrations autorisées pour les substances ciblées par la Directive RoHS 14

Tableau 2 : Liste des POP justifiant une élimination des déchets au titre du règlement POP, et seuil dérogatoire associé.....16

Tableau 3 : Synthèse des dispositions encadrant la problématique des RFB dans les DEEE 20

Tableau 4 : Liste des 61 RFB étudiés en 2014 et résultat de l'exercice de priorisation 22

Tableau 5 : Synthèse des limites de concentrations applicables à certains RFB dans le cadre de la réglementation déchet et de la réglementation POP 23

Tableau 6 : Statut des différentes fractions pour les flux de plastiques de PAM, écrans plats et écrans CRT 26

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Répartition du tonnage total de DEEE collectés, par catégorie et par année (Source : ADEME [6]) 12

Figure 2 : Synthèse des recommandations de la circulaire de 2012 en matière de gestion de la fraction plastique des DEEE.....18

GLOSSAIRE

ADEME	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
CRT	Cathode Ray Tube (tubes cathodiques)
DD	Déchet dangereux
DécaBDE	Décabromodiphényléther
DEEE	Déchets d'équipements électriques et électroniques
DND	Déchet non dangereux
EEE	Equipements électriques et électroniques
EFSA	European Food Safety Authority
GEM (F/HF)	Gros appareils électro-ménagers (froids / hors froids)
HBB	Hexabromobiphényle
HBCDD	Hexabromocyclododécane
INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
OCAD3E	Organisme coordinateur pour la filière des déchets d'équipements électriques et électroniques
OctaBDE	Octabromodiphényléther
PAM	Petits appareils en mélange
PBB	Polybromobiphényles
PBDE	Polybromodiphényléther
PBT	Persistant, bioaccumulable et toxique
PentaBDE	Pentabromodiphényléther
POP	Polluants organiques persistants
REACH	Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals
RFB	Retardateurs de flamme bromés
RoHS	Restriction of hazardous substances

RESUME

Le présent document s'inscrit dans un objectif d'accompagnement de la transition énergétique et de l'économie circulaire. Il s'attache à faire la synthèse des enseignements acquis par l'INERIS depuis 2014 sur la question des risques associés à la valorisation des plastiques issus de déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE).

Ces déchets contiennent en effet des polluants tels que les retardateurs de flamme bromés (RFB), et sont au cœur d'un défi majeur de l'économie circulaire : comment valoriser ces plastiques tout en maîtrisant les risques liés à la présence de ces substances dangereuses ?

Le premier chapitre de ce rapport dresse un état des lieux de la situation, tant du point de vue des quantités de déchets concernés que des réglementations applicables à chaque étape de la gestion de ces déchets.

Le deuxième chapitre rassemble les éléments relatifs à la dangerosité des RFB, dressés dans les études antérieures de l'INERIS, mettant en avant la proportion très limitée des RFB réglementés parmi ceux utilisés dans les plastiques de DEEE, et le manque de connaissances relatives à leurs propriétés de danger pour un grand nombre d'entre eux.

Le troisième chapitre présente les données analytiques exploitées pour mieux appréhender la réalité de ces flux et les enseignements acquis sur cette base. Ont ainsi été mis en évidence :

- une grande variabilité des concentrations en brome et RFB entre équipements, et au sein d'un même équipement ;
- le fait que les gros appareils électro-ménagers (GEM), traditionnellement considérés comme exempts de RFB, étaient susceptibles d'en contenir ;
- qu'une fraction du brome mesuré dans les plastiques est sous une forme non identifiée, d'autant plus importante que les équipements sont récents, les substances réglementées représentant une minorité des substances bromées **;**
- la nécessité d'améliorer les performances de tri sur les installations gérant les plastiques issus de petits appareils en mélange (PAM), écrans plats et écrans cathodiques (CRT), le seuil de 2000 ppm de brome étant régulièrement dépassé dans les fractions réputées non bromées ;
- une clarification du statut en tant que déchet et au titre du règlement POP des différentes fractions obtenues sur ces installations.

Ces enseignements ont déjà partiellement été repris et traduits en recommandations de gestion opérationnelles pour les acteurs de la filière, témoignant des enjeux associés. D'autres défis restent néanmoins à relever en la matière pour permettre le développement d'une économie circulaire dans un cadre maîtrisé.

INTRODUCTION

La notion d'économie circulaire illustre le changement de paradigme rendu nécessaire par la transition vers une économie plus sobre et plus propre. Elle implique une politique de prévention et de valorisation des déchets ambitieuse ainsi qu'une production repensée des ressources. Cette mutation majeure ne peut toutefois être menée sans évaluer et maîtriser les risques induits par les développements liés à ces évolutions et notamment par les nouvelles filières de valorisation des déchets.

Le présent rapport de synthèse s'inscrit dans cette problématique de maîtrise des risques des filières de recyclage de déchets contenant des substances dangereuses ; elle constitue d'ailleurs un des axes du programme DRC 01[1] d'appui au Ministère en charge de l'Ecologie. Il cible plus particulièrement les plastiques issus des déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) contenant des retardateurs de flamme bromés (RFB). En effet, ces matériaux sont à la fois :

- visés par des objectifs de recyclage et de valorisation : la loi de transition énergétique pour la croissance verte [1] impose un objectif de réduction de 50 % des quantités de déchets non dangereux non inertes (parmi lesquels les plastiques) mis en décharge en 2025 par rapport à 2010, objectif renforcé par le Premier Ministre lors de son discours de politique générale du 4 juillet 2017, annonçant un taux de recyclage des plastiques de 100 % à l'horizon 2025, objectif qui devrait très probablement être repris dans la nouvelle feuille de route pour l'économie circulaire à paraître en 2018. Au-delà de leur seule fraction plastique, les DEEE sont également visés par des objectifs de valorisation, recyclage et réutilisation depuis plus de dix ans et détaillés dans l'arrêté du 23/11/2005 [2], variables selon les catégories de DEEE, et allant jusqu'à un taux de valorisation de 85 % à partir de 2019 ;
- et une source potentielle de contamination des filières aval, comme en attestent de récentes publications scientifiques ([3] notamment), problématique dont les Nations Unies se faisaient déjà l'écho en 2010 dans leur rapport sur les implications du recyclage du pentaBDE et de l'octaBDE [4], dénonçant les dommages pesant déjà sur l'homme et l'environnement, et appelant à une évaluation plus rigoureuse du cycle de vie complet des retardateurs de flamme utilisés aujourd'hui et à l'avenir, en substitution des RFB déjà réglementés.

Cette double exigence de recyclage et de maîtrise des risques qui en découle s'inscrit dans un contexte d'augmentation importante des volumes de DEEE à gérer au niveau mondial, comme le souligne le récent rapport de l'Université des Nations Unies [5] : en 2016, les DEEE générés représentaient 44,7 Mt, soit, ramené au volume par habitant, une augmentation de 5 % par rapports aux chiffres de l'année 2014. Cette tendance devrait s'accentuer d'ici 2018, avec un volume attendu de 52,2 Mt sur l'ensemble de la planète. Cette même augmentation des volumes est constatée sur le territoire national, comme détaillé dans le paragraphe 1.1.

[1] Appui à la réglementation concernant la gestion des déchets et au développement de leur valorisation comme ressource

Depuis plusieurs années, l'INERIS met son expertise au service des acteurs publics sur cette problématique. La présente synthèse dresse ainsi un panorama des enseignements acquis à travers les études antérieures menées sur ce sujet, afin de les articuler entre elles et de leur donner la portée qu'elles méritent, répondant ainsi à l'objectif d'accompagnement des politiques publiques en matière d'économie circulaire du Contrat d'Objectif et de Performance 2016-2020 de l'INERIS. Sont ainsi valorisés des travaux réalisés depuis 2014 sur la thématique des RFB dans les DEEE ; les premières études avaient alors été menées dans le cadre du chantier « économie circulaire » de la feuille de route pour la transition écologique de la conférence environnementale. Un accompagnement plus spécifique du Ministère en charge de l'Environnement et de la profession autour d'une campagne de caractérisation de certains flux particuliers de DEEE avait ensuite permis de tirer des enseignements complémentaires venant éclairer le sujet par de nouvelles données.

1. DE L'EQUIPEMENT ELECTRIQUE OU ELECTRONIQUE AU DECHET RESULTANT : LES FLUX DE MATIERES ET LES REGLEMENTATIONS QUI LES ENCADRENT

1.1 ETAT DES LIEUX DES FLUX DE MATIERES

La réglementation impose aux producteurs d'équipements électriques et électroniques (EEE) de déclarer la mise sur le marché français de leurs équipements et la collecte et le traitement des équipements usagés. Ce registre est tenu par l'ADEME, et fait l'objet d'un rapport annuel, dont la dernière version disponible à la date de rédaction du présent rapport concerne les déclarations de l'année 2015 [6].

Ce rapport indique que 710 millions d'équipements ont été mis sur le marché français en 2015, représentant 1,68 millions de tonnes d'EEE. 616 millions d'équipements sont à destination des ménages (dont 59 % sont constitué de gros appareils ménagers), et 94 millions sont des EEE professionnels. Ces données traduisent une hausse significative du nombre d'unités (+ 11,4 %) et du tonnage d'EEE mis sur le marché (+ 7,1 %) par rapport à 2014, après trois années de repli ou de croissance très faible (inférieure à 2 % en unité et à 1 % en tonnage). Elle s'explique notamment par l'entrée dans la filière des panneaux photovoltaïques.

Concernant les déchets (DEEE), 621 557 tonnes ont été collectées en 2015, représentant une hausse de 17,8 % par rapport à 2014. Cette augmentation est expliquée par les effets conjoints de la mise en place de nouveaux canaux de collecte par les éco-organismes, la lutte contre le pillage en déchèterie, les campagnes de communication et la montée en puissance des éco-organismes dans le domaine professionnel. La répartition des DEEE collectés par catégorie et par année est représentée sur la Figure 1.

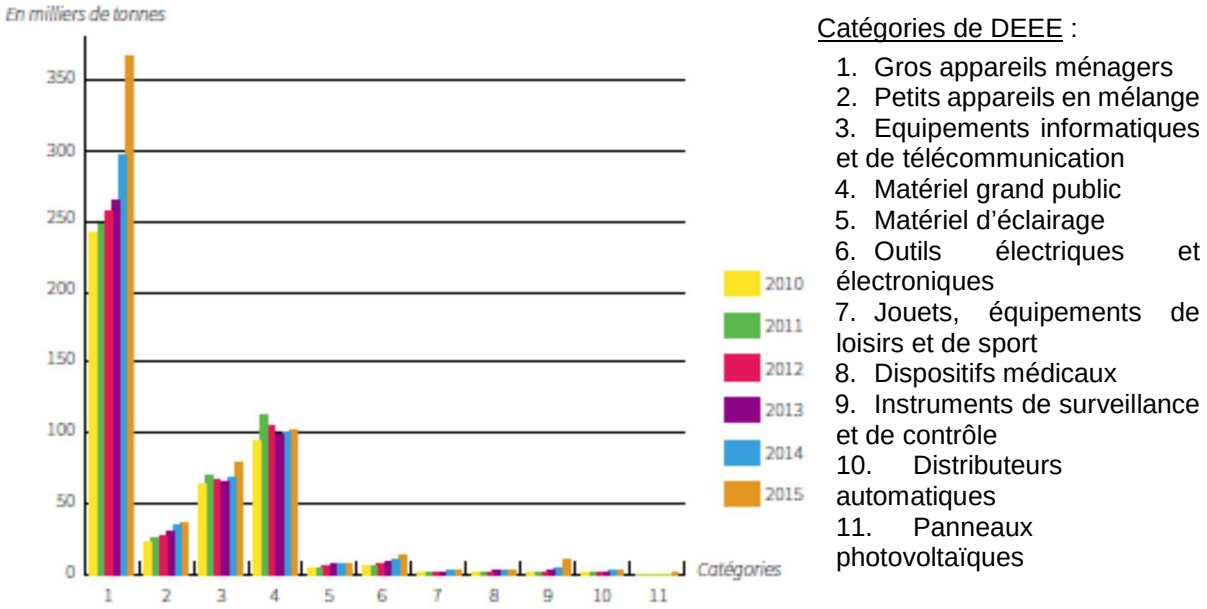


Figure 1 : Répartition du tonnage total de DEEE collectés, par catégorie et par année (Source : ADEME [6])

Ces quantités collectées représentent 8,7 kg par habitant au niveau national, dépassant ainsi l'objectif de 4 kg fixé par la Directive DEEE pour 2015. Selon le nouveau mode de calcul du taux de collecte entré en vigueur depuis 2016, le taux de collecte (quantité de DEEE collectés/moyenne des quantités d'EEE mises sur le marché les 3 années précédentes) pour 2015 est de 43 % (l'objectif fixé pour 2016 étant de 45 %).

La collecte de ces DEEE est assurée par plusieurs canaux : les déchèteries représentent le plus important, devant les points de collecte en magasin ou lors de la reprise 1 pour 1 à la livraison, le réseau d'économie sociale et solidaire, ou encore les autres canaux mis en place par les éco-organismes.

Une fois collectés, les DEEE sont traités dans des centres dédiés. En 2015, 617 401 tonnes ont été déclarées traitées, avec un taux de recyclage de 80 % ; les matériaux non recyclés sont envoyés vers des filières d'élimination (10 %), de valorisation énergétique (8 %), de préparation en vue de la réutilisation (1 %) ou de réutilisation de pièces (1 %). 628 centres de traitement ont été déclarés en 2015, dont 94 % situés sur le territoire national.
Lors du traitement, la réglementation impose la séparation d'un certain nombre de fractions, parmi lesquelles les matières plastiques contenant des retardateurs de flamme bromés. Les quantités extraites en 2015 sont de 18 364 tonnes, représentant 17 % du total des fractions spécifiquement extraites. Cela représente une baisse significative (-35,4 %) par rapport à 2014, qui trouve, d'après le rapport de l'ADEME deux explications :

- une partie des matières plastiques était jusqu'à présent déclarée comme une fraction susceptible de contenir des retardateurs de flamme bromés (RFB) par principe de précaution. L'amélioration des procédés de tri aurait ainsi permis d'avoir une meilleure connaissance de la composition des plastiques, et de cibler plus précisément la fraction de matière plastique contenant des retardateurs de flamme bromés ;
- la croissance de la collecte d'Ecosystèmes notamment est caractérisée par une forte collecte de GEM, flux réputé ne pas contenir de plastiques bromés.

1.2 CADRE REGLEMENTAIRE

1.2.1 LES EEE ET LA DIRECTIVE ROHS II

La Directive 2011/65/UE modifiée (dite RoHS II) [7] *« établit les règles relatives à la limitation de l'utilisation de substances dangereuses dans les EEE afin de contribuer à la protection de la santé humaine et de l'environnement, y compris la valorisation et l'élimination écologiquement rationnelles des DEEE. »* Entrée en vigueur le 21 juillet 2011, elle a été transposée en droit Français par le décret n°2013-988 du 6 novembre 2013 [8].

Cette directive mentionne 11 catégories d'équipements électriques et électroniques auxquelles s'appliquent des dispositions. En particulier, ces EEE ne peuvent contenir aucune des substances définies à l'annexe II de la Directive (voir Tableau 1). Toutefois, dans les matériaux homogènes, une concentration en poids inférieure aux seuils indiqués est tolérée.

Afin d'atteindre les objectifs fixés par la Directive et de prendre en considération le principe de précaution, la Commission Européenne considère le réexamen, fondé sur une évaluation détaillée, et la modification de la liste des substances soumises à limitation de façon périodique, de sa propre initiative ou à la suite de la proposition d'un État Membre. Ainsi, l'annexe II de la Directive RoHS II a été modifiée par la Directive déléguée (UE) 2015/863 [9], qui est venue ajouter 4 nouvelles substances soumises à limitation, indiquées en italique dans le Tableau 1. Ces nouvelles restrictions entreront en vigueur en 2019. Les RFB susceptibles d'être présents dans les plastiques de DEEE sont quant à eux indiqués en gras.

Tableau 1 : Limites de concentrations autorisées pour les substances ciblées par la Directive RoHS

Substance	Valeur de concentration maximale autorisée dans les EEE
Cadmium	0,01 %
Chrome VI	0,1 %
Mercure	0,1 %
Plomb	0,1 %
Polybromobiphényles (PBB)	**0,1 %**
Polybromodiphényléthers (PBDE)	**0,1 %**
Phtalate de bis-(2-éthylhexyle) (DEHP)	*0,1 %*
Phtalate de benzyle et de butyle (BBP)	*0,1 %*
Phtalate de dibutyle (DBP)	*0,1 %*
Phtalate de diisobutyle (DIBP)	*0,1 %*

1.2.2 LES DEEE ET LEUR DIRECTIVE

La Directive 2012/19/UE modifiée [10], dite Directive DEEE, instaure quant à elle des mesures visant à *« protéger l'environnement et la santé humaine par la prévention ou la réduction des effets nocifs associés à la production et à la gestion des DEEE, et par une réduction des incidences négatives globales de l'utilisation des ressources et une amélioration de l'efficacité de cette utilisation ».*

Parmi les moyens ciblés par la Directive pour atteindre ces objectifs, figure la collecte séparée (article 5), ciblant en priorité *« les équipements d'échange thermique qui contiennent des substances appauvrissant la couche d'ozone et des gaz fluorés à effet de serre, les lampes fluorescentes contenant du mercure, les panneaux photovoltaïques et les petits équipements[2] »*.

En outre, la collecte et le transport des DEEE collectés séparément doivent être réalisés *« de manière à assurer des conditions optimales de préparation en vue du réemploi, de recyclage et de confinement des substances dangereuses »* (article 6).

Enfin, la Directive impose un traitement approprié aux DEEE (article 8), avec un traitement sélectif prévoyant l'extraction de certains composants (condensateurs au PCB, cartes de circuits imprimés, lampes à décharge, matières plastiques contenant des retardateurs de flamme bromés, etc.) et de substances dangereuses (mercure, CFC, etc.) pour prévenir toute pollution (annexe VII).

[2] Equipements dont toutes les dimensions extérieures sont inférieures ou égales à 50 cm, y compris petits équipements informatiques et de télécommunication.

Ces dispositions, comme l'extraction de certains composants, sont transposées en droit français (en l'occurrence, à travers l'arrêté du 23 novembre 2005 modifié [11]).

Par ailleurs, la norme technique TS 50625-3-1 [12] introduit un seuil de coupure de 2000 ppm (soit 0,2 %) de brome total, permettant de séparer les plastiques de DEEE en deux flux distincts. A ce jour, ce seuil semble avoir été repris dans les pratiques des professionnels pour le tri des plastiques de DEEE.

1.2.3 LA FRACTION BROMEE DES PLASTIQUES DE DEEE, LA CONVENTION DE STOCKHOLM ET LE REGLEMENT POP

La convention de Stockholm, adoptée en mai 2001 par 150 gouvernements, dont les États membres de l'UE, a pour objectif de limiter la pollution par les Polluants Organiques Persistants (POP). Elle identifie les POP, ainsi que les règles relatives à leur production, leur importation et leur exportation.

Les POP sont des substances organiques qui présentent des propriétés particulièrement néfastes de Persistance, Bioaccumulation et de Toxicité (PBT) et qui sont susceptibles de ce fait d'être transportées sur de longues distances une fois émises dans l'environnement. Dans un premier temps, la convention vise à interdire ou limiter la production et l'utilisation de ces substances, ou à limiter leur production involontaire et leurs rejets dans l'environnement.

Le règlement européen (CE) 850/2004 du 29 avril 2004 [13], dit « règlement POP » met en œuvre à l'échelle de l'Union les engagements pris dans le cadre de la Convention de Stockholm. Concernant la gestion des déchets, il prévoit notamment dans son article 7 que : « *les déchets qui sont constitués de substances inscrites sur la liste de l'annexe IV, en contiennent ou sont contaminés par ce type de substances sont éliminés ou valorisés*[3] *sans retard injustifié et conformément à l'annexe V, partie 1, de manière à ce que les polluants organiques persistants qu'ils contiennent soient détruits ou irréversiblement transformés de telle sorte que les déchets et rejets restants ne présentent plus les caractéristiques de polluants organiques persistants* ».

Ces opérations sont les suivantes :

- D9 : traitement physico-chimique,
- D10 : incinération à terre,
- R1 : utilisation principale comme combustible ou autre moyen de produire de l'énergie.

En outre, « *les opérations d'élimination ou de valorisation susceptibles d'aboutir à la valorisation, au recyclage, à la récupération ou à la réutilisation des substances inscrites sur la liste de l'annexe IV sont interdites.* » Il est toutefois possible de déroger à cette disposition, à condition que la concentration en POP soit inférieure au seuil précisé en annexe IV du règlement, et reporté dans le Tableau 2.

Les POP susceptibles d'être présents dans les plastiques de DEEE en tant que retardateurs de flamme bromés y sont indiqués en gras.

Il convient de noter que le **décaBDE** a été ajouté à la Convention de Stockholm en avril 2017, et que son intégration au règlement POP devrait en conséquence avoir lieu dans la foulée.

[3] Les opérations de valorisation autorisées ne concernent que certains déchets contaminés par des POP, dont les plastiques bromés issus de DEEE ne font pas partie. Ainsi, seule l'élimination est possible pour ces flux.

Tableau 2 : Liste des POP justifiant une élimination des déchets au titre du règlement POP, et seuil dérogatoire associé

Substance	N° CAS	N° CE	Seuil dérogatoire
Endosulfan	115-29-7 959-98-8 33213-65-9	204-079-4	50 mg/kg
Hexachlorobutadiène	87-68-3	201-765-5	100 mg/kg
Naphtalènes polychlorés			10 mg/kg
Alcanes en C_{10}-C_{13}, chloro (paraffines chlorées à chaîne courte) (PCCC)	85535-84-8	287-476-5	10 000 mg/kg
Tétrabromodiphényléther $C_{12}H_6Br_4O$			**∑ [tétra-, penta-, hexa-, et hepta-BDE] : 1 000 mg/ kg**
Pentabromodiphényléther $C_{12}H_5Br_5O$			
Hexabromodiphényléther $C_{12}H_4Br_6O$			
Heptabromodiphényléther $C_{12}H_3Br_7O$			
Acide perfluorooctane sulfonique et ses dérivés $C_8F_{17}SO_2X$ (X = OH, sel métallique (O-M^+), halogénure, amide et autres dérivés, y compris les polymères)			50 mg/kg
Dibenzo-p-dioxines et dibenzofuranes polychlorés (PCDD/PCDF)			15 µg/kg
DDT (1,1,1-trichloro-2-2-bis(4-chlorophényl)éthane)	50-29-3	200-024-3	50 mg/kg
Chlordane	57-74-9	200-349-0	50 mg/kg
Hexachlorocyclohexanes, y compris le lindane	58-89-9 319-84-6 319-85-7 608-73-1	210-168-9 200-401-2 206-270-8 206-271-3	50 mg/kg
Dieldrine	60-57-1	200-484-5	50 mg/kg
Endrine	72-20-8	200-775-7	50 mg/kg
Heptachlore	76-44-8	200-962-3	50 mg/kg
Hexachlorobenzène	118-74-1	200-273-9	50 mg/kg
Chlordécone	143-50-0	205-601-3	50 mg/kg
Aldrine	309-00-2	206-215-8	50 mg/kg
Pentachlorobenzène	608-93-5	210-172-5	50 mg/kg
Polychlorobiphényles (PCB)	1336-36-3 et autres	215-648-1	50 mg/kg
Mirex	2385-85-5	219-196-6	50 mg/kg
Toxaphène	8001-35-2	232-283-3	50 mg/kg
Hexabromobiphényle	**36355-01-8**	**252-994-2**	**50 mg/kg**
Hexabromocyclododécane **(Par « hexabromocyclododécane », on entend l'hexabromocyclododécane, le 1,2,5,6,9,10-hexabromocyclododécane et ses principaux diastéréoisomères : l'alpha-hexabromocyclododécane, le bêta-hexabromocyclododécane et le gamma-hexabromocyclododécane)**	**25637-99-4 3194-55-6 134237-50-6 134237-51-7 134237-52-8**	**247-148-4 221-695-9**	**1 000 mg/kg, sous réserve d'un réexamen par la Commission au plus tard le 20.4.2019**

1.2.4 LA DIRECTIVE CADRE DECHETS ET LE STATUT DE DECHETS DANGEREUX OU NON DANGEREUX

La Directive 2008/98/CE [14], dite Directive Cadre Déchets, définit dans son annexe III les propriétés de danger (dites HP 1 à HP 15) qui classent un déchet comme dangereux. La vérification de ces propriétés de danger passe, pour la plupart d'entre elles, par l'application de règles de calcul reposant sur la connaissance du contenu en substances du déchet étudié et des mentions de danger de ces substances.

La question de la dangerosité des flux de plastiques issus de DEEE, en fonction de leur contenu en RFB a été étudiée dans le cadre des études de l'INERIS, et les principaux enseignements qui en ont été tirés sont repris dans le chapitre 3.2.

Ce statut (DD/DND) a des incidences sur les flux concernés, en matière de :

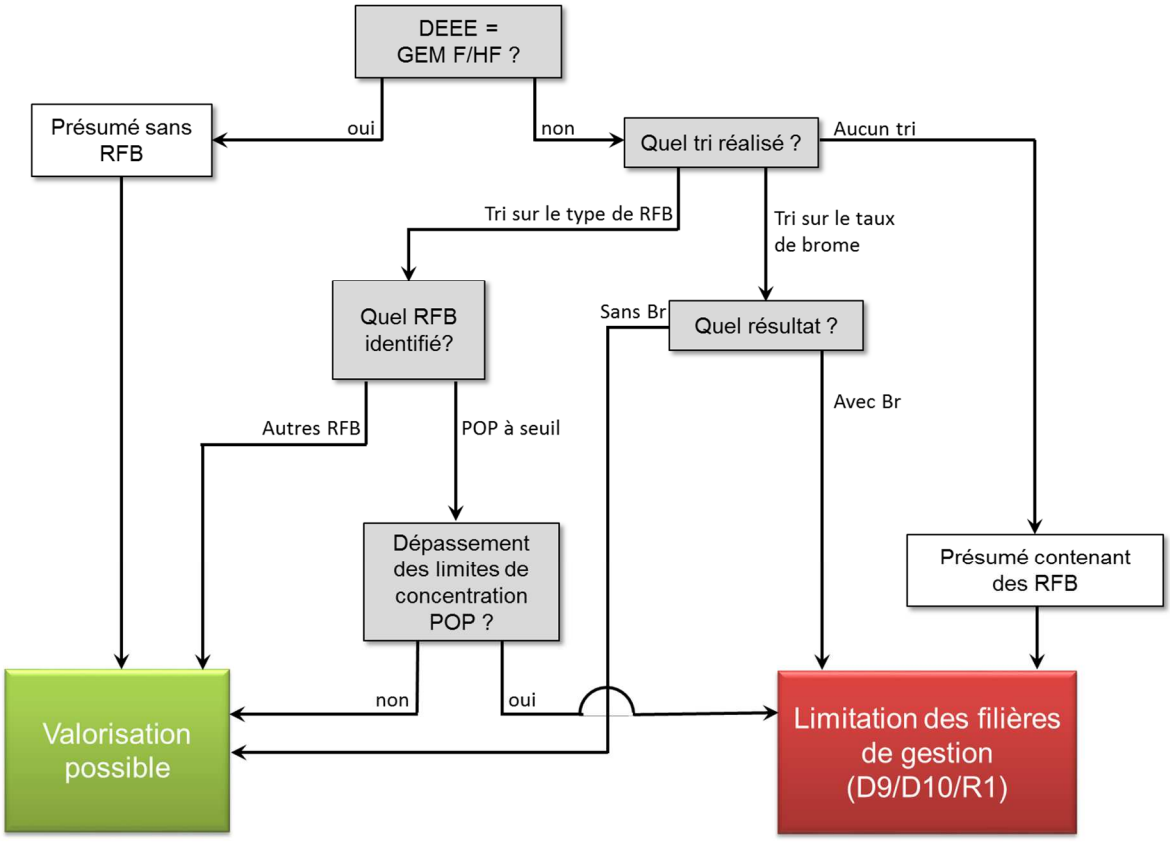
- statut ICPE des installations sur lesquelles ces flux sont gérés ou traités ;
- modalités de transfert transfrontalier en cas de besoin ;
- code déchet retenu pour le déchet (en l'occurrence, 16 02 15* - Composants dangereux retirés des équipements mis au rebut, ou 16 02 16 – Composants retirés des équipements mis au rebut autres que ceux visés à la rubrique 16 02 15*) …

1.2.5 LA GESTION DES PLASTIQUES BROMES SUR LE TERRITOIRE NATIONAL : LA CIRCULAIRE DU 30/11/2012

Les dispositions précédemment présentées relatives à la gestion des flux de plastiques bromés issus des DEEE et leur incidence opérationnelle avaient été reprises dans la circulaire du 30 novembre 2012 [15], qui encadre spécifiquement la gestion des plastiques issus des DEEE. Elle visait à clarifier :

- d'une part le statut en tant que déchets (dangereux ou non dangereux) des différents flux de plastiques de DEEE, et les incidences en termes de statut ICPE des installations sur lesquelles ces flux sont gérés,
- d'autre part les possibilités de valorisation des plastiques en fonction des niveaux de tri opérés sur les déchets, par application des dispositions du règlement POP, comme schématisé sur la Figure 2.

Suite à des échanges entre le Ministère en charge de l'Environnement et la profession, elle a été complétée par le courrier du 16 juillet 2014 [16], qui précise notamment le seuil de coupure suivant, issu de la norme technique TS 50625-3-1 : au-delà de 2000 ppm (soit 0,2 %) de brome total, un plastique est réputé en contenir. Toutefois, l'incohérence de ce seuil avec ceux imposés par le règlement POP concernant certains RFB (qui y sont inférieurs) est souligné dans ce même document, qui rappelle que la vérification de la conformité à ce règlement devra être réalisée sur toutes les fractions obtenues en cas de séparation réalisée à un seuil de coupure de 2000 ppm de brome. Cette note considère néanmoins qu'une fraction de plastiques issus de DEEE dont la concentration en brome est inférieure à 2000 ppm est un flux de déchets non dangereux.



Ce logigramme ne reprend que les dispositions de la circulaire de 2012, et non les éléments ultérieurs.

Figure 2 : Synthèse des recommandations de la circulaire de 2012 en matière de gestion de la fraction plastique des DEEE

1.2.6 LA SECONDE VIE DES PLASTIQUES TRIES, LA SORTIE DU STATUT DE DECHET ET LE REGLEMENT REACH

Une fois séparés de la fraction bromée, les plastiques de DEEE peuvent être réinjectés dans l'économie circulaire, et servir de matière première secondaire pour la constitution de nouveaux objets en plastique. La sortie du statut de déchet semble être une étape incontournable de ce cycle. En France, et sur la base de l'avis du 13 janvier 2016 [17], celle-ci peut être réalisée de deux façons :

- implicite, sur une installation de production, qui utilise des déchets comme matières premières secondaires, ou
- explicite, sur une installation de traitement de déchet – il faut dans ce cas qu'un règlement européen ou un arrêté ministériel en prévoit la possibilité pour ce type de déchets, et fixe les critères appropriés. En ce qui concerne les plastiques, un travail a été initié au niveau européen dans l'objectif d'un règlement spécifique, mais n'a pas abouti à ce jour.

Dans les deux cas, le produit constitué d'anciens déchets se doit de respecter la réglementation et en particulier le règlement REACH [18], qui prévoit certaines procédures (enregistrement, évaluation, autorisation et restriction de certaines

substances) relatives aux substances chimiques produites, importées ou utilisées sur le territoire européen.

On notera en particulier que le **décaBDE** a été ajouté à la liste des substances soumises à restriction du règlement REACH (annexe XVII) en 2017 [19], ce qui, sauf exceptions, en interdit l'usage dans la production :

- de nouvelles substances en tant que constituant,
- de mélanges, ou
- d'articles ou de parties d'articles (à moins que la concentration massique en décaBDE soit inférieure à 0,1 %).

En conséquence, bien que non encore visé par le règlement POP et donc non spécifiquement recherché dans les flux de plastiques de DEEE, le décaBDE est une substance dont la présence dans les flux sortants pourrait compromettre leur valorisation.

1.2.7 SYNTHESE

La synthèse des dispositions encadrant la gestion des DEEE, et la présence de RFB dans ces matériaux est présentée dans le Tableau 3.

Tableau 3 : Synthèse des dispositions encadrant la problématique des RFB dans les DEEE

Etape du cycle de vie	EEE	DEEE collecté	Fraction plastique des DEEE	Fraction plastique bromée	Fraction plastique non bromée
Textes	Directive RoHS	Directive DEEE	Convention de Stockholm et règlement POP		
					REACH si valorisation hors statut de déchet
Dispositions	Interdiction/ limitation des concentrations en certains RFB	Collecte séparée des DEEE et extraction des matières plastiques contenant des RFB	Limitation des filières de gestion (D9, D10, R1) des déchets contenant certains RFB		
					Restriction
RFB concernés	PBB, PBDE	Tous (seuil fixé par la norme technique TS 50625-3-1 à 2000 ppm de Br total)	PBDE, HBB, HBCDD		
					DécaBDE

2. LES RFB ET LEURS DANGERS

Une étude lancée par l'agence fédérale autrichienne de l'environnement en 2012 pour le réexamen de la directive RoHS [20] a proposé une méthodologie pour l'identification, la priorisation et l'évaluation des substances potentiellement pertinentes dans les EEE (toutes fractions et toutes familles de substances confondues). Trois listes de substances ont ainsi été établies sur la base de cette méthodologie, identifiant respectivement 738 substances présentes dans les DEEE, 224 susceptibles de l'être et 76 suspectées de l'être (mais sans preuve en l'état actuel des connaissances) – le nombre élevé de ces substances laisse transparaître la difficulté de gestion en aval sur la filière.

Cette étude, complétée par les substances contenues dans la circulaire du 30 novembre 2012, a permis d'établir une liste de 1067 substances potentiellement présentes dans les EEE, dont 752 potentiellement associées à la fraction plastique (élimination des substances métalliques, céramiques, solvants, etc. associés à d'autres fractions des EEE que les plastiques). Pour 448 d'entre elles, cette présomption est particulièrement forte de par leur nature (additifs tels que les retardateurs de flamme bromés et polymères).

Parmi ces 448 substances très probablement associées à la fraction plastique des DEEE, 61 appartiennent à la famille des retardateurs de flammes bromés, et ont fait en 2014 l'objet d'un approfondissement des connaissances relatives à leur toxicité. Ce travail, alors réalisé dans le cadre du chantier « économie circulaire » de la feuille de route pour la transition écologique de la conférence environnementale et présenté dans l'étude INERIS [21], avait permis de prioriser les RFB en fonction des connaissances relatives à leur dangerosité, et de leur éventuelle prise en compte dans certaines réglementations existantes.

En outre, cette priorisation se justifiait par l'étude de l'EFSA (European Food Safety Authority) [22] qui a répertorié une liste de 30 retardateurs de flammes bromés nouveaux et émergents, retrouvés dans les aliments et dont l'origine n'est généralement pas connue ; ce résultat laissait suspecter un risque de dispersion non maîtrisée de ces polluants.

Le résultat de l'étude INERIS [21] est présenté dans le Tableau 4. Il propose une répartition de ces substances en deux listes :

- une liste A de substances déjà réglementées ou non réglementées, mais dont les dangers identifiés ou suspectés justifieraient que leur présence dans les DEEE puisse à l'avenir être considérée comme l'un des critères écartant les DEEE les contenant des filières de recyclage. Pour ces substances, des actions de réglementation ou de restriction dans les déchets pourraient être envisagées ;
- une liste B de substances pour lesquelles il conviendrait d'acquérir plus de données afin de renseigner au mieux leur dangerosité.

Cet exercice avait notamment mis en lumière la **proportion très limitée des RFB réglementés parmi ceux utilisés dans les plastiques de DEEE**, et **le manque de connaissances relatives à leurs propriétés de danger pour un grand nombre d'entre eux**.

Tableau 4 : Liste des 61 RFB étudiés en 2014 et résultat de l'exercice de priorisation

Liste	Sous-liste		Code CAS	Substance
A : un ou des dangers toxicologiques / écotoxicologiques ont été identifiés pour la substance	Substances réglementées		1163-19-5	DECABROMODIPHENYL ETHER (DecaBDE)
			13654-09-6	DECABROMOBIPHENYL
			25637-99-4	HEXABROMOCYCLODODECANE (HBCDD)
			3194-55-6	1,2,5,6,9,10-HEXABROMOCYCLODECANE
			32534-81-9	PENTABROMODIPHENYL ETHER (PentaBDE) (C-PentaBDE)
			32536-52-0	OCTABROMODIPHENYL ETHER (OctaBDE) (C-OctaBDE)
			36355-01-8	HEXABROMOBIPHENYL
			36483-60-0	HEXABROMODIPHENYL ETHER (C-PentaBDE)
			37853-59-1	1,2-BIS(2,4,6-TRIBROMOPHENOXY)ETHANE
			40088-47-9	TETRABROMODIPHENYL ETHER (C-PentaBDE)
			59536-65-1	POLYBROMINATED BIPHENYLS (all)
			63936-56-1	NONABROMODIPHENYL ETHER (C-OctaBDE)
			67774-32-7	POLYBROMINATED BIPHENYL MIXTURE (PBB) (Firemaster FF-1)
			68928-80-3	HEPTABROMODIPHENYL ETHER (C-OctaBDE)
			79-94-7	TETRABROMOBISPHENOL A (TBBPA)
			84852-53-9	PENTABROMOBENZENE COMPOUND
			96-13-9	2,3-DIBROMOPROPAN-1-ol ; 2,3-DIBROMO-1-PROPANOL
	Substances non réglementées	Dangers pour la santé humaine et/ou l'environnement identifiés	126-72-7	TRIS(2,3-DIBROMOPROPYL) PHOSPHATE (TDBPP)
			26040-51-7	PHTHALIC ACID, TETRABROMO, BIS(2-ETHYLHEXYL) ESTER
			32588-76-4	N,N'-ETHYLENE BIS(3,4,5,6-TETRABROMOPHTHALIMIDE)
			3296-90-0	2,2-BIS(BROMOMETHYL)PROPANE-1,3-DIOL
			52434-90-9	1,3,5-TRIS(2,3-DIBROMOPRPYL)-1,3,5-TRIAZINE-2,4,6(1H,3H,5H)-TRIONE(TDBP-TAZTO)
			59447-55-1	PENTABROMOBENZYL ACRYLATE (PBB-Acr)
			608-71-9	PENTABROMOPHENOL
			85-22-3	PENTABROMOETHYLBENZENE (PBEB)
			87-82-1	HEXABROMOBENZENE
			87-83-2	PENTABROMOTOLUENE (PBT)
		Dangers suspectés	118-79-6	2,4,6-TRIBROMOPHENOL
			1522-92-5	TRIBROMONEOPENTYL ALCOHOL (TBNPA)
			20566-35-2	2-(2-HYDROXYETHOXY)ETHYL 2-HYDROXYPROPYL 3,4,5,6-TETRABROMOPHTHALATE (HEEHP-TEBP)
			23488-38-2	2,3,5,6-TETRABROMO-p-XYLENE (TBX)
			25327-89-3	2,2',6,6'-TETRABROMO BISPHENOL A DIALLYL ETHER
			3234-02-4	2,3-DIBROMO-2-BUTENE-1,4-DIOL
			3322-93-8	4-(1,2-DIBROMOETHYL)-1,2-DIBROMOCYCLOHEXANE (DBE-DBCH)
			615-58-7	2,4-DIBROMOPHENOL
B : pas d'évaluation des dangers possible selon les sources prospectées			1025956-65-3	OCTABROMOTRIMETHYLPHENYL INDANE (OBTMPI)
			1084889-51-9	OCTABROMOTRIMETHYLPHENYL INDANE (OBTMPI)
			121839-52-9	PHENOL, 4,4-(1-METHYL ETHYLIDENE)BIS-, TERABROMO DERIVE
			135229-48-0	BROMINATED EPOXY RESIN (Pratherm EC 20)
			139638-58-7	BROMINATED EPOXY RESIN (Pratherm EC 14)
			155613-93-7	OCTABROMOTRIMETHYLPHENYL INDANE (OBTMPI)
			183658-27-7	2-ETHYLHEXYL 2,3,4,5-TETRABROMOBENZOATE (EH-TBB)
			19186-97-1	TRIS(TRIBROMONEOPENTYL) PHOSPHATE (TTBNPP)
			21850-44-2	TETRABROMO BISPHENOL A BIS(DIBROMOPROPYL ETHER)
			25495-98-1	HEXABROMOCYCLODECANE (HBCYD)
			25713-60-4	2,4,6-TRIS(2,4,6-TRIBROMOPHENOXY)-1,3,5-TRIAZINE (TTBP-TAZ)
			28906-13-0	2,6-DIBROMO-4-[1-(3,5-DIBROMO-4-HYDROXY-PHENYL)-1-METHYL-ETHYL]PHENOL
			30496-13-0	2,5-DIBROMO-4-[2-(3,5-DIBROMO-4-HYDROXY-PHENYL)PROPAN-2-YL]PHENOL
			31780-26-4	DIBROMOSTYRENE (DBS)
			3194-57-8	1,2,5,6-TETRABROMOCYCLOOCTANE (TBCO)
			34571-16-9	1,2,3,4,7,7-HEXACHLORO-5-(2,3,4,5-TETRABROMOPHENYL)-BICYCLO[2.2.1]HEPT-2-ENE (HCTBPH)
			37853-61-5	TETRABROMOBISPHENOL A DIMETHYL ETHER
			39635-79-5	TETRABROMO-BISPHENOL S
			51936-55-1	5,6-DIBROMO-1,10,11,12,13,13-HEXACHLORO-11-TRICYCLO[8.2.1.02,9]-TRIDECENE (DBHCTD)
			57829-89-7	1-(2,3-DIBROMOPROPYL)-3,5-DIALLYL-1,3,5-TRIAZINE-2,4,6(1H,3H,5H)-TRIONE (DBP-TAZTO)
			58965-66-5	TETRADECABROMO-1,4-DIPHENOXYBENZENE
			69882-11-7	POLY(2,6-DIBROMOPHENOL OXIDE)
			70682-74-5	BROMINATED PHENOXY RESIN
			75795-16-3	1,3-BIS(2,3-DIBROMOPROPYL)-5-(2-PROPEN-1-YL)-1,3,5-TRIAZINE-2,4,6(1H,3H,5H)-TRIONE (BDBP-TAZTO)
			893843-07-7	OCTABROMOTRIMETHYLPHENYL INDANE (OBTMPI)
			94334-64-2	TETRABROMOBISPHENOL A -CARBONATE-OLI GOMERS (TBBP A)

Plus spécifiquement parmi les RFB analysés dans le cadre des études mentionnées au chapitre 3, les mentions de danger retenues, et les limites de concentration associées à chaque réglementation sont présentées dans le Tableau 5.

Tableau 5 : Synthèse des limites de concentrations applicables à certains RFB dans le cadre de la réglementation déchet et de la réglementation POP

CAS	Substance	Mentions de danger retenues	Classement en tant que déchet dangereux (DD)			Restriction de filières de gestion de déchets (règlement POP) - limite de concentration (mg/kg)
			Propriétés HP associées aux mentions de danger	Limite de concentration associée à la propriété HP classant en tant que DD (mg/kg)	Limite de concentration associée au contenu en POP classant en tant que DD (mg/kg)	
36355-01-8	HexaBB -PBB	H350 1B	HP 7	1000	50	50
40088-47-9	TétraBDE	H373	HP 5	100 000		∑ < 1000
		H400, H410	HP 14*	∑ H410 < 2500 (c>1000)		
32534-81-9	PentaBDE	H373	HP 5	100 000		
		H400, H410	HP 14*	∑ H410 < 2500 (c>1000)		
36483-60-0	HexaBDE	H360 1B	HP 10	3000		
68928-80-3	HeptaBDE	H360 1B	HP 10	3000		
117964-21-3	OctaBDE	H360 1B	HP 10	3000		
69278-62-2	NonaBDE					
1163-19-5	DecaBDE					A venir
3194-55-6	HBCDD	H319, H335, H315	HP 4	∑ (H319, H315) < 200 000		1000
		H361	HP 10	30 000		
		H400, H410	HP 14	∑ H410 < 2500 (c>1000)		
79-94-7	TBBPA	H400, H410	HP 14	∑ H410 < 2500 (c>1000)		

* : selon les règles de classement par calcul applicables dès juillet 2018 et décrites dans le règlement 2017/997 [23].

3. CONTENUS EN RFB DE DIFFERENTES FRACTIONS ETUDIEES : SYNTHESE DES ENSEIGNEMENTS ACQUIS

3.1 DONNEES ETUDIEES

Différentes études menées par l'INERIS depuis 2014 ([21], [24], [25]) se sont attachées à identifier les RFB présents dans les flux de DEEE et leurs concentrations. Les sources d'information exploitées dans le cadre de ces travaux ont été les suivantes :

- des données issues de la bibliographie internationale ([26] à [33]), présentant des résultats d'analyses de RFB dans divers DEEE ;
- des résultats analytiques directement obtenus auprès d'un laboratoire prestataire (société SGS), réalisant des investigations pour le compte de ses clients sur des EEE – ces données couvrent le brome total et 19 RFB (familles des PBDE et PBB), et ont été acquises entre 2009 et 2013 [24] ;
- des données analytiques acquises et transmises par l'OCAD3E dans le cadre de deux campagnes de caractérisation des flux de DEEE gérés sur quatre de leurs installations partenaires, réalisées en 2014 et 2015 ; elles concernent spécifiquement les flux de petits appareils en mélange (PAM), écrans à tubes cathodiques (CRT) et écrans plats [24].

3.2 ENSEIGNEMENTS ACQUIS

Différents enseignements ont été tirés des données exploitées à travers ces études.

En premier lieu, les données bibliographiques internationales ont permis de mettre en évidence une **grande variabilité des concentrations en brome et RFB entre équipements, et au sein d'un même équipement** ; les données disponibles ne permettent pas de cibler spécifiquement des types de DEEE (par catégorie ou âge, notamment) qui soient plus particulièrement concernés par la présence de certains RFB.

Si les données de la littérature internationale semblaient mettre en évidence le fait que les **gros appareils ménagers** semblaient peu concernés par les retardateurs de flamme bromés, cette assertion communément admise (et notamment reprise dans la circulaire de 2012 et dans la norme technique TS 50625-3-1) a été remise en question à la lueur des données fournies par SGS. En effet, les catégories d'équipements « outils », « gros électro-ménager » (GEM), « éclairage » et « petits appareils en mélange » (PAM) présentaient sur ce jeu de données une teneur moyenne en brome supérieure à 2000 mg/kg.

Par ailleurs, les données de concentrations fournies par SGS concernant les RFB investigués ne permettent pas d'expliquer les concentrations en brome total observées ; les données des études OCAD3E partagent également le même constat (même si, en l'occurrence, les RFB recherchés n'étaient pas les mêmes) : la concentration en brome des substances bromées réglementées est identifiée en 2014 et 2015 à 86 % du brome total dans les plastiques des déchets issus de fabrication plus ancienne (PAM, CRT), dans la plage de 30 à 50% seulement dans les déchets de fabrication plus récente (écrans plats), et en moyenne seulement 8% dans les

produits récents (2009-2013). Ces résultats mettent ainsi en évidence que les substances réglementées sont une minorité de toutes les substances bromées, et **qu'une fraction de cet élément est sous une forme non identifiée, d'autant plus importante que les équipements sont récents.**

Plus spécifiquement, les données issues des deux campagnes de caractérisation menées par l'OCAD3E ont porté sur trois types de DEEE : PAM, écrans plats et écrans cathodiques (CRT). La comparaison des teneurs en Br des flux entrants et sortants (réputés non bromés et bromés) sur les quatre installations partenaires a mis en évidence :

- la **nécessité de réaliser cette opération de tri sur les flux entrants**, qui, en l'état, ne peuvent être recyclés ;
- une réalité de tri qui ne répond pas aux exigences de la norme TS 50625-3-1 : si la concentration en brome dans les flux réputés non bromés est réduite par rapport aux concentrations dans les flux entrants, elle reste généralement supérieure à 2000 mg/kg ; de fait, **les performances de tri seraient à améliorer**.

En outre, les exercices de classement et de comparaison aux seuils réglementaires (POP) des différentes fractions étudiées ont montré que :

- malgré les éventuelles imperfections des opérations de tri**, la fraction réputée non bromée est un déchet non dangereux, et n'est pas visée par le règlement POP** (autrement dit, compte-tenu de la diversité des substances bromées présentes dans les flux, et de la fraction réduite que représentent les substances réglementées, le seuil de coupure de 2000 ppm de brome permet indirectement de respecter les exigences en matière de contenu en POP, même si les limites de concentration imposées par ce règlement sont inférieures à ce seuil) ;
- **la fraction réputée bromée peut, selon les cas de figure (type de DEEE et méthode de tri), être classée déchet dangereux ou non, et relever du règlement POP ou non** ; en conséquence, et en l'état actuel des connaissance, si son tri n'est pas plus affiné, cette fraction doit donc être éliminée.

3.3 CONSEQUENCES ET PERSPECTIVES

Ces différents enseignements ont été pris en main :

- par la profession d'une part, qui a édité en 2017 une fiche technique [34] sur le sujet,
- et par les autorités françaises d'autre part, lesquelles ont rédigé une note [35] venant compléter la circulaire de 2012 et le courrier de 2014 qui y avait déjà été associé.

Un statut par défaut des différentes fractions obtenues sur les installations de gestion des plastiques issus de flux de PAM, écrans CRT et écrans plats est proposé dans ces documents, et repris dans le Tableau 6.

En outre, les filières de gestion possibles pour les différents flux, en fonction de leur statut sont précisées :

- la fraction réputée non bromée (Br < 2000 ppm) est recyclée,
- la fraction réputée bromée (Br > 2000 ppm) peut être envoyée dans différents exutoires selon son statut :
    - DND (déchet non dangereux) et non POP (déchet ne contenant pas de POP au-dessus des seuils du règlement éponyme) : préparation de combustibles, enfouissement et incinération,
    - DND et POP : incinération,
    - DD (déchet dangereux) et non POP : enfouissement en ISDD, incinération de DD,
    - DD et POP : incinération de DD.

Tableau 6 : Statut des différentes fractions pour les flux de plastiques de PAM, écrans plats et écrans CRT

Fraction plastique	**Statut au regard de la réglementation déchet**			**Statut au regard du règlement POP**		
Flux entrant	DND			Non POP		
Flux sortant réputé non bromé (Br < 2000 ppm)	DND			Non POP => recyclage possible		
Flux sortant réputé bromé (Br > 2000 ppm)	CRT : DD par défaut	Ecrans plats : DND	PAM : DND	CRT : POP	Ecrans plats : non POP	PAM : POP ou non selon les installations

L'ensemble de ces dispositions devrait être repris dans une circulaire prévue pour 2018, venant remplacer la circulaire de 2012. Elle abordera également la question du statut et de la gestion des flux de GEM, sur la base des résultats d'une étude menée spécifiquement sur le sujet en 2017 par la profession.

CONCLUSION

Face au double enjeu posé par les plastiques bromés issus des DEEE (assurer un recyclage maximal tout en limitant la dispersion des substances dangereuses dans l'environnement), les études menées par l'INERIS depuis 2014 sur le sujet ont permis aux différentes parties prenantes de mieux appréhender le cadre réglementaire applicable, ainsi que ses impacts. En participant à qualifier les différentes fractions obtenues sur les installations de tri, ces études ont permis de confronter la réalité des pratiques actuelles aux enjeux environnementaux et aux contraintes réglementaires, apportant ainsi des clarifications bénéfiques pour l'ensemble de la filière, qui ont commencé et vont continuer à se matérialiser via des textes de référence (bonnes pratiques de la profession ou circulaire, notamment).

En outre, ces études ont également permis de soulever différentes problématiques résiduelles sur lesquelles les efforts doivent aujourd'hui se tourner :

- une part significative des RFB présents dans les DEEE n'est aujourd'hui pas identifiée, part d'autant plus importante que les équipements dont les plastiques sont issus sont récents, témoignant ainsi de la diversité croissante des additifs utilisés par l'industrie dans la confection des plastiques d'EEE ; or, l'étude des propriétés de danger des RFB susceptibles d'être présents dans ces matrices a mis en évidence des lacunes pour un grand nombre d'entre eux ;
- contrairement à ce qui était précédemment couramment admis, les données collectées ont mis en évidence le fait que les flux de GEM pourraient être concernés par la présence de RFB.

Ces deux sujets ouvrent ainsi la voie à de nouvelles études permettant de mieux appréhender la problématique des RFB dans les plastiques de DEEE dans son ensemble, témoignant des défis qu'il reste à relever pour atteindre les objectifs de recyclage fixés dans le domaine.

En ce sens, la présente synthèse est exemplaire car elle illustre parfaitement l'enjeu associé à un des axes du programme d'appui de l'INERIS vis-à-vis du Ministère en charge de l'Environnement, à savoir la maîtrise des risques dans les filières de recyclage des déchets contenant des substances dangereuses – cet axe constituant un jalon stratégique de son Contrat d'Objectifs et de Performance 2016-2020.

BIBLIOGRAPHIE

Le code couleur suivant est utilisé pour distinguer les différentes catégories de textes référencés dans le rapport :

- Textes réglementaires et normes
- Rapports d'étude de l'INERIS
- Articles scientifiques et autres rapports d'étude.

[1] Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte

[2] Arrêté du 23 novembre 2005 relatif aux modalités de traitement des déchets d'équipements électriques et électroniques prévues à l'article 21 du décret n° 2005-829 du 20 juillet 2005 relatif à la composition des équipements électriques et électroniques et à l'élimination des déchets issus de ces équipements

[3] Turner A., Filella M. *Bromine in plastic consumer products – Evidence for the widespread recycling of electronic waste*. Science of the total Environment 601-602 (2017) 374-379

[4] UNEP/POPS/POPRC.6/2, *Technical Review of the Implications of Recycling Commercial Pentabromodiphenyl Ether and Commercial Octabromodiphenyl Ether* (2010)

[5] Baldé, C.P., Forti V., Gray, V., Kuehr, R., Stegmann,P. : *The Global E-waste Monitor* – 2017, United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Vienna.

[6] Deloitte Développement Durable (Véronique Monier, Alice Deprouw, Marion Jover, Sarah Chouvenc), ADEME, 2016. *Rapport Annuel du Registre des Déchets d'Équipements Électriques et Électroniques – Données 2015.* 134 pages

[7] Directive 2011/65/UE du Parlement européen et du Conseil du 8 juin 2011 relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques

[8] Décret n° 2013-988 du 6 novembre 2013 relatif à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques

[9] Directive déléguée (UE) 2015/863 de la Commission du 31 mars 2015 modifiant l'annexe II de la directive 2011/65/UE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne la liste des substances soumises à limitations

[10] Directive 2012/19/UE du Parlement Européen et du Conseil du 4 juillet 2012 relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE)

[11] Arrêté du 23 novembre 2005 relatif aux modalités de traitement des déchets d'équipements électriques et électroniques prévues à l'article 21 du décret n° 2005-829 du 20 juillet 2005 relatif à la composition des équipements électriques et électroniques et à l'élimination des déchets issus de ces équipements

[12] CLC/TS 50625-3-1 Janvier 2015, Exigences de collecte, logistique et traitement pour les DEEE - Partie 3-1 : Spécifications relatives à la dépollution – Généralités

[13] Règlement n°850/2004 du 29/04/04 concernant les polluants organiques persistants et modifiant la directive 79/117/CEE

[14] Directive 2008/98/CE du Parlement Européen et du Conseil du 19 novembre 2008 relative aux déchets et abrogeant certaines directives

[15] Circulaire du 30 novembre 2012 relative à la gestion des plastiques issus des déchets d'équipements électriques et électroniques

[16] Courrier de la DGPR du 16 juillet 2014 relatif à la gestion des plastiques issus de DEEE (réf. : BPGD-14-099)

[17] Avis aux exploitants d'installations de traitement de déchets et aux exploitants d'installations de production utilisant des déchets en substitution de matières premières du 13 janvier 2066.

[18] Règlement (CE) n°1907/2006 du Parlement Européen et du Conseil du 18 décembre 2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH), instituant une agence européenne des produits chimiques, modifiant la directive 1999/45/CE et abrogeant le règlement (CEE) n°793/93 du Conseil et le règlement (CE) n°1488/94 de la Commission ainsi que la directive 76/769/CEE du Conseil et les directives 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE et 2000/21/CE de la Commission

[19] Règlement (UE) n°2017/227 du 09/02/17 modifiant l'annexe XVII du règlement (CE) n°1907/2006 du Parlement européen et du Conseil concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH), en ce qui concerne l'oxyde de bis (pentabromophényle)

[20] Methodology for Identification and Assessment of Substances for Inclusion in the List of Restricted Substances (Annex II) under the RoHS2 Directive, ENV.C.2/ETU/2012/0021, 2013

[21] INERIS, 2014. *Etude des substances dangereuses dans les plastiques des déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) - Rapport d'étape pour l'évaluation de la potentielle toxicité des retardateurs de flamme bromés (RFB).* Rapport d'étude DRC-14-142371-07716A, Juillet 2014.

[22] EFSA (2012). *Scientific Opinion on Emerging and Novel Brominated Flame Retardants (BFRs) in Food - EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain.* The EFSA Journal 10 (10):2908; pp 1-133

[23] Règlement (UE) 2017/997 du Conseil du 8 juin 2017 modifiant l'annexe III de la directive 2008/98/CE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne la propriété dangereuse HP 14 « Écotoxique »

[24] INERIS, 2017. *Tri et classement des plastiques des déchets d'équipements électriques et électroniques.* Rapport d'étude DRC-17-164547-01461C, Octobre 2017.

[25] Hennebert P., Filella M. WEEE plastic sorting for bromine essential to enforce EU regulation. Waste Management 71 (2018) 390-399

[26] Gallen C. et al. *Towards development of a rapid and effective non-destructive testing strategy to identify brominated flame retardants in the plastics of consumer products*. Science of the Total Environment, 491-492 (2014) 255-265

[27] Groß R. et al. *Study on Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment, Not Regulated by the RoHS Directive*. Öko-Institut e.V. October 17, 2008

[28] Latimer G. *Brominated Flame Retardant Research - A Pilot Study of E-waste Plastic Sorting in New Zealand*. ENVIRON Australia Pty Ltd. September 2013

[29] Leslie H. A. et al. *POP STREAM – POP-BDE waste streams in the Netherlands: analysis and inventory*. IVM-IVAM. December 17, 2013

[30] Morf L.S. et al. *Brominated Flame Retardants in Waste Electrical and Electronic Equipment: Substance Flows in a Recycling Plant*. Environ. Sci. Technol. 2005, 39, 8691-8699

[31] Peacock J. et al. *Analysis of Poly-Brominated Biphenyl Ethers (PBDEs) in Selected UK Waste Streams: PBDEs in waste electrical and electronic equipment (WEEE) and end of life vehicles (ELV)*. WRc. February 2012

[32] U.S. Environmental Protection Agency (EPA). *An exposure assessment of polybrominated diphenyl ethers*. National Center for Environmental Assessment, Washington, DC; EPA/600/R-08/086F (2010). Available from the National Technical Information Service, Springfield, VA, and online at http://www.epa.gov/ncea.

[33] Wäger P., Schluep M. and Müller E. *RoHS Substances in Mixed Plastics from Waste Electrical and Electronic Equipment*. Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology (Empa). September 17, 2010

[34] Ecosystèmes, Fiche thème n°61, *Modalité de gestion des plastiques des DEEE*. Août 2017

[35] Courrier de la DGPR du 18 septembre 2017 (réf. : BPREP-17-528)

INERIS

maîtriser le risque
pour un développement durable

Institut national de l'environnement industriel et des risques

Parc Technologique Alata
BP 2 - 60550 Verneuil-en-Halatte

Tél. : +33 (0)3 44 55 66 77 - Fax : +33 (0)3 44 55 66 99

E-mail : ineris@ineris.fr - **Internet** : http://www.ineris.fr