NATIONS
UNIES

SC

UNEP/POPS/POPRC.3/20/Add.5

Distr. : Générale
4 décembre 2007

Français
Original : Anglais

Programme des Nations Unies
pour l'environnement

Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants
Comité d'étude des polluants organiques persistants
Troisième réunion
Genève, 19-23 novembre 2007

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

Additif

Evaluation de la gestion des risques liés au sulfonate de perfluorooctane

A sa troisième réunion, le Comité d'étude des polluants organiques persistants a adopté l'évaluation de la gestion des risques liés au sulfonate de perfluorooctane sur la base de l'ébauche figurant dans le document UNEP/POPS/POPRC.3/13. Le texte de cette évaluation, tel qu'amendé, est reproduit ci-joint. Il n'a pas été revu par les services de contrôle de la rédaction.

K0820235 110608

Par souci d'économie, le présent document a été imprimé en nombre limité. Aussi les participants sont-ils priés de se munir de leurs propres exemplaires et de s'abstenir de demander des copies supplémentaires.

SULFONATE DE PERFLUOROOCTANE

EVALUATION DE LA GESTION DES RISQUES

Adoptée par le Comité d'étude des polluants organiques persistants
à sa troisième réunion

Novembre 2007

Table des matières

Résumé **4**

1. Introduction 4

1.1. Identité chimique de la substance visée 4

1.1.1 Le SPFO 4

1.1.2. Questions concernant les substances apparentées au SPFO 4

1.2 Conclusions du Comité d'étude (renseignements demandés à l'Annexe E) 6

1.3 Sources des données 6

1.4 Situation de la substance chimique au regard des conventions internationales 6

1.5 Mesures de réglementation nationales ou régionales déjà prises 6

2. Résumé des informations intéressant l'évaluation de la gestion des risques 8

2.1 Mesures de réglementation possibles 8

2.2 Efficacité des mesures de réglementation possibles qui permettraient de diminuer les risques 9

2.3 Informations sur les solutions de remplacement (produits et procédés) possibles 9

A. Utilisations pour lesquelles il n'existe pas à présent, d'après les réponses reçues, de solutions de remplacement faisables sur le plan technique 10

2.3.1 Formation d'images photographiques 10

2.3.2 Photorésines et semi-conducteurs 11

2.3.3 Masqueurs dans l'industrie des semi-conducteurs et des écrans à cristaux liquides 12

2.3.4 Fluides hydrauliques pour l'aviation 12

2.3.5 Fabrication d'appâts pour la lutte contre les fourmis phyllophages à l'aide de dérivés du SPFO 15

2.3.6 Appareils médicaux 13

B. Utilisations pour lesquelles il pourrait exister des substances ou techniques de remplacement, mais qui devraient être introduites progressivement 13

2.3.7 Placage du métal 13

2.3.8 Mousses anti-incendie 14

2.3.9 Composants électriques et électroniques 15

2.4 Résumé des informations concernant l'impact sociétal d'une mise en œuvre des mesures de réglementation possibles 16

2.4.1 Santé publique, hygiène du milieu et bien-être des travailleurs 16

2.4.2 Agriculture, aquaculture et foresterie 16

2.4.3 Biotes (biodiversité) 16

2.4.4 Aspects économiques et répartition des coûts-bénéfices entre fabricants et consommateurs 16

2.4.5 Développement durable 18

2.5 Autres considérations 18

2.5.1 Accès à l'information et éducation du public 18

2.5.2 Données de contrôle et de surveillance 18

3. Synthèse des informations 19

3.1 Résumé des informations figurant dans le descriptif des risques 19

3.2 Mesures proposées pour la gestion des risques 19

4. Conclusion générale 21

Références 23

Résumé

En 2005, la Suède a proposé d'inscrire sur la liste des polluants organiques persistants le sulfonate de perfluorooctane (SPFO) et 96 de ses précurseurs. A sa deuxième réunion, le Comité d'étude des polluants organiques persistants a décidé que le SPFO est susceptible, en raison de sa propagation dans l'environnement à longue distance, d'avoir des effets néfastes importants sur la santé humaine et l'environnement, justifiant une action internationale.

Le SPFO est à la fois produit intentionnellement, et non intentionnellement en tant que résultat de la décomposition de substances chimiques anthropiques apparentées. Les mesures de réglementation les plus appropriées prévues par la Convention consisteraient à inscrire ce produit à l'Annexe A ou B. Pour autoriser certaines utilisations critiques du SPFO et des substances apparentées, susceptibles de se décomposer en SPFO, une dérogation à des fins acceptables spécifiques permettant l'utilisation du SPFO et de certaines substances apparentées ainsi que la production de SPFO et de certaines substances apparentées comme produit intermédiaire, seulement si nécessaire pour produire d'autres substances chimiques destinées à ces utilisations critiques, pourrait être octroyée et accompagnée d'une description détaillée des conditions d'utilisation, qui pourraient figurer dans une nouvelle Partie III ajoutée à l'Annexe A ou B. Les stocks et déchets contenant du SPFO ou des substances apparentées seraient soumis aux dispositions de l'article 6.

1. Introduction

1.1. Identité chimique de la substance visée

Le 14 juillet 2005, le Gouvernement suédois a proposé d'inscrire le sulfonate de perfluorooctane (SPFO) et 96 de ses précurseurs potentiels à l'Annexe A de la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (POP).

1.1.1 Le SPFO

Nom chimique : sulfonate de perfluorooctane (SPFO)

Formule moléculaire : $C_8F_{17}SO_3^-$

L'anion du sulfonate de perfluorooctane n'a pas de numéro CAS spécifique. La substance parente, l'acide sulfonique, a un numéro CAS reconnu (n° CAS : 1763-23-1). Certains exemples de ses sels importants sur le plan commercial sont énumérés ci-après :

Sel de potassium (no. CAS : 2795-39-3)

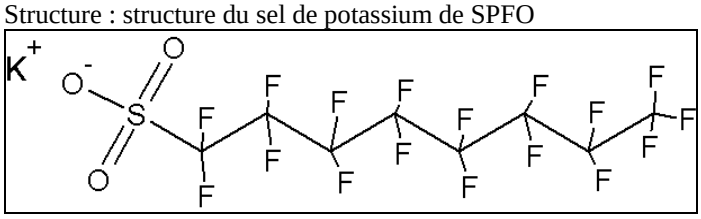
Sel de diéthanolamine (no. CAS : 70225-14-8)

Sel d'ammonium (no. CAS : 29081-56-9)

Sel de lithium (no. CAS : 29457-72-5)

L'acide perfluorooctane sulfonique peut être fabriqué commercialement à partir du fluorure de perfluorooctane sulfonyle par hydrolyse alcaline, ou dans l'eau à la température ambiante, mais trop lentement pour être fabriqué industriellement au moyen de ce dernier procédé (Lehmler, 2005). Le fluorure de perfluorooctane sulfonyle figurait dans la proposition de la Suède, à titre de substance apparentée.

Structure : structure du sel de potassium de SPFO



1.1.2. Questions concernant les substances apparentées au SPFO

Le SPFO est un anion entièrement fluoré, qui est généralement utilisé sous forme de sel ou incorporé dans des polymères plus larges. Le SPFO et les substances étroitement apparentées, qui contiennent des impûretés de SPFO ou des précurseurs potentiels du SPFO, font partie de la famille plus vaste des sulfonates perfluoroalkyles. Dans ses mesures réglementaires sur le SPFO, l'Union européenne a couvert toutes les molécules ayant la formule moléculaire ci-après : $C_8F_{17}SO_2X$, où X peut être le radical OH, un sel métallique ($O\text{-}M^+$), un halogénure, un amide ou un autre dérivé, y compris les polymères (Union européenne, 2006).

Le SPFO peut être formé par décomposition microbienne dans l'environnement ou par métabolisme dans les plus grands organismes à partir de substances apparentées, c'est-à-dire des molécules contenant les groupes fonctionnels du SPFO. Bien que la contribution nette finale de ces différentes substances aux concentrations environnementales de SPFO ne soit pas facile à prévoir, toute molécule contenant les groupes fonctionnels du SPFO peut être un précurseur

en puissance. Cette conclusion est appuyée par les modèles du sort des substances chimiques perfluorées dans l'environnement (Dimitrov et al., 2004).

La majorité des substances apparentées au SPFO sont des polymères de fort poids moléculaire dans lesquels le SPFO ne représente qu'une fraction du polymère et du produit final (OCDE, 2002). Les substances apparentées au SPFO ont été définies un peu différemment suivant les contextes et il en existe actuellement plusieurs listes contenant des nombres variables de substances apparentées qui sont censées être des précurseurs potentiels du SPFO.

L'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) a publié, dans le cadre du Programme interorganisations pour la gestion rationnelle des produits chimiques, un ouvrage (« Risk Management Series No.21: Preliminary lists of PFOS, PFAS, PFOA and related compounds, and chemicals that may degrade to PFCA (ENV/JM/MONO(2006)15) » où se trouve, aux annexes I et II, une liste des composés de sulfonate de perfluorooctane (SPFO) et des sulfonates perfluoroalkyles (SPFA). Ces listes sont en cours d'actualisation et, après révision, seront publiées.

Le Département britannique pour l'environnement, l'alimentation et les affaires rurales (RPA & BRE, 2004) a proposé récemment une liste de 96 précurseurs. Cependant, les propriétés de ces 96 substances n'ont généralement pas été déterminées. D'après la société 3M (communication adressée au secrétariat de la Convention de Stockholm, 2006), leurs caractéristiques environnementales, comme la solubilité et la stabilité et leur capacité d'être absorbées ou métabolisées, peuvent être très différentes. Néanmoins, le SPFO est le produit de dégradation final de toutes ces substances (RPA & BRE, 2004).

L'évaluation des risques pour l'environnement menée par Environnement Canada définit les précurseurs du SPFO comme des substances qui contiennent le groupement perfluorooctanesulfonyle ($C_8F_{17}SO_2$ ou $C_8F_{17}SO_3$,, $C_8F_{17}SO_2N$) et qui peuvent se transformer ou se décomposer pour former du SPFO (Canada, 2007). Le terme « précurseur » s'applique également, mais pas exclusivement, à 51 substances identifiées dans l'évaluation préalable des effets sur l'environnement. Cependant, cette liste n'est pas considérée comme exhaustive, car d'autres composés perfluoroalkyles peuvent aussi être des précurseurs du SPFO. Ces informations ont été rassemblées dans le cadre d'une enquête auprès du secteur ainsi que sur la base d'avis d'experts et d'une modélisation CATABOL, dans laquelle 256 composés perfluoroalkyles ont été examinés pour déterminer si des éléments non fluorés de chacune de ces substances pouvaient se décomposer chimiquement et/ou biochimiquement et si le produit de dégradation perfluoré final prévu était le SPFO. Si l'évaluation n'a pas pris en compte les effets additifs du SPFO et de ses précurseurs, il est reconnu que les précurseurs du SPFO contribuent aux charges environnementales finales du SPFO et qu'ils jouent peut-être aussi un rôle déterminant dans la propagation à grande distance du SPFO dans des régions reculées, comme l'Arctique canadien, à cause de leur dégradation subséquente en ce composé.

Selon une analyse préliminaire des flux de substances, réalisée par la Suisse en 2005 à partir de la littérature internationale, les substances apparentées au SPFO subsistant dans les produits après le retraitement des produits de la société 3M seraient d'environ 230 kg/a. (Suisse, 2007).

Des substances apparentées au SPFO sont jusqu'ici utilisées au Canada, aux Etats-Unis et dans l'Union européenne pour les applications suivantes :

- Mousses anti-incendie
- Tapis
- Cuir/habillement
- Textiles/capitonnage
- Papier et emballages
- Revêtements et additifs pour revêtements
- Produits de nettoyage industriels et domestiques
- Pesticides et insecticides

On ignore si ces utilisations se poursuivent encore dans certaines parties du monde. Par ailleurs, la Chine utilise du SPFO dans l'industrie pétrolière et pour le traitement des nanomatières.

1.2 Conclusions du Comité d'étude (renseignements demandés à l'Annexe E)

Le Comité d'étude des polluants organiques persistants a élaboré et adopté le descriptif des risques pour le sulfonate de perfluorooctane figurant dans le document UNEP/POPS/POPRC.17/Add.5, conformément à l'Annexe E de la Convention. Le Comité a conclu, conformément au paragraphe 7 a) de l'article 8 de la Convention, que le sulfonate de perfluorooctane est susceptible, en raison de sa propagation dans l'environnement à longue distance, d'avoir d'importants effets néfastes pour la santé humaine et l'environnement, appelant une action internationale (décision POPRC-2/5). Le Comité a également conclu (point 3 de sa décision) que les questions liées à l'inscription des précurseurs potentiels du sulfonate de perfluorooctane devraient être abordées dans un projet d'évaluation de la gestion des risques posés par cette substance.

1.3 Sources des données

Des données relatives à l'Annexe F ont été soumises par les Parties suivantes : Algérie, Allemagne, Arménie, Australie, Brésil, Canada, Commission européenne, Etats-Unis d'Amérique, ex-République yougoslave de Macédoine, Japon, Maurice, Monaco, République tchèque et Suisse. Des données ont également été soumises par les observateurs des organisations suivantes : Association européenne de photographie et d'imagerie; Association européenne des fabricants de composants électroniques; Association internationale des industries de l'imagerie; Association européenne de l'industrie des semi-conducteurs (EECA-ESIA); International Indian Treaty Council (IITC)- Indigenous Environmental Network (IEN); Réseau international pour l'élimination des polluants organiques persistants (IPEN); Japan Electronics and Information Technology Industries Association –Japan Semiconductor Industry Association (JEITA-JSIA); Photo Sensitized Materials Manufacturers' Association; Semiconductor Industry Association (SIA); Semiconductor Equipment and Materials International (SEMI).

1.4 Situation de la substance chimique au regard des conventions internationales

Le SPFO fait actuellement l'objet d'une évaluation de la gestion des risques au titre du Protocole relatif aux polluants organiques persistants à la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance. L'équipe spéciale sur les POP, qui a réalisé cette évaluation, s'est réunie à Vienne en juin 2007 pour envisager les différentes méthodes possibles pour gérer les risques posés par le sulfonate de perfluorooctane. L'évaluation réalisée par cette équipe sera soumise au Groupe de travail des stratégies et de l'examen en septembre 2007 et à l'Organe exécutif en décembre 2007, pour plus ample examen.

1.5 Mesures de réglementation nationales ou régionales déjà prises

L'Australie a déjà émis trois Alertes au SPFO par le biais de son Système national de notification et d'évaluation des produits chimiques industriels (NICNAS). Aucun produit chimique à base de SPFO n'est actuellement fabriqué en Australie; toutefois, certains produits contenant de ces substances, autrefois fabriqués dans ce pays, sont actuellement utilisés.

La première Alerte annonçait une élimination des substances hydrofuges, oléofuges, antisalissures et anti-graisse contenant du SPFO avant septembre 2002. De même, l'élimination du SPFO pour le traitement du cuir était annoncée pour mars 2003. Des stocks de mousses anti-incendie contenant du SPFO subsistent dans certains sites en Australie. Ils seront remplacés lorsque la date d'expiration aura été atteinte ou lorsqu'ils auront été épuisés. Une stratégie d'élimination du SPFO en Australie est en cours d'élaboration dans le cadre du NICNAS.

La deuxième Alerte présente un certain nombre de recommandations concernant le SPFO, les sulfonates perfluoroalkyles (SPFA) et l'acide perfluoro-octanoïque (APFO). Ces recommandations sont les suivantes :

- Le SPFO (et les produits chimiques à base de SPFA) ne devraient servir que pour des utilisations essentielles pour lesquelles il n'existe pas de solutions de remplacement appropriées, comme par exemple dans certaines mousses anti-incendie de la classe B, mais non pour des exercices de formation à la lutte contre l'incendie.
- Le choix de l'APFO comme solution de remplacement du SPFO ne devrait être fait qu'avec prudence, puisque l'APFO est tout aussi préoccupant que le SPFO pour l'environnement et la santé.

La troisième Alerte, publiée en février 2007, actualise les utilisations du SPFO et des substances apparentées en Australie. Elle fait les recommandations suivantes :

- Le SPFO (et les produits chimiques à base de SPFA) ne devraient servir que pour des utilisations essentielles pour lesquelles il n'existe pas de solutions de remplacement appropriées.
- Les mousses anti-incendie à base de SPFO actuellement utilisées ne devraient pas servir pour la formation anti-incendie, afin de limiter les rejets dans l'environnement.
- Le SPFO ne devrait pas être remplacé par l'APFO, cette substance étant susceptible d'avoir les mêmes effets sur l'environnement et la santé que le SPFO.

Le Canada a proposé des règlements visant à interdire la production et l'utilisation du SPFO et de ses sels, ainsi que des substances contenant l'un des groupes suivants : $C_8F_{17}SO_2$, $C_8F_{17}SO_3$ ou $C_8F_{17}SO_2N$ (Canada Gazette, vol. 140, No 50, December 16, 2006).

Les règlements proposés pour le SPFO viseraient à :

- Interdire la fabrication, l'utilisation, la vente, l'offre de vente et l'importation de SPFO ou de produits contenant de cette substance.
- Accorder une dérogation pour l'utilisation de mousses à formation de pellicule aqueuse à base de SPFO, parfois appelées plus simplement mousses anti-incendie aqueuses, fabriquées ou importées avant l'entrée en vigueur de la réglementation proposée, pour une période de 5 ans après l'entrée en vigueur de ladite réglementation (étant entendu que ces mousses ne peuvent être utilisées à des fins de formation ou d'expérimentation).
- Accorder une dérogation pour l'utilisation des suppresseurs de buée à base de SPFO, et la vente, l'offre de vente et l'importation de produits à cette fin, pour une période de 5 ans suivant l'entrée en vigueur de la réglementation, aux fins suivantes : chromage, anodisation au chrome, gravure inversée, placage au nickel-polytétrafluoroéthylène par électrolyse, et gravure des substrats plastiques avant la métallisation.
- Accorder une dérogation pour l'utilisation, la vente, l'offre de vente et l'importation des produits manufacturés ci-après : semi-conducteurs ou composants similaires de circuits électroniques ou autres circuits miniaturisés et films, papiers et plaques photographiques.
- Accorder une dérogation pour l'utilisation, la vente et l'offre de vente de produits manufacturés fabriqués ou importés avant l'entrée en vigueur de la réglementation proposée.
- Accorder une dérogation standard pour les laboratoires, la recherche scientifique et les analyses en laboratoire.

Les importateurs de suppresseurs de buée à base de SPFO devront soumettre chaque année un rapport indiquant en détail le type, la quantité, la vente et les utilisations finales des substances importées.

L'Union européenne a adopté la Directive 2006/122/EC du Parlement européen et la Directive 76/769/EEC du Conseil du 12 décembre 2006 visant à harmoniser les lois, règlements et dispositions administratives des Etats membres relatives aux restrictions frappant la commercialisation et l'utilisation de préparations de sulfonate de perfluorooctane et autres substances apparentées. Ces restrictions sont les suivantes :

- Le SPFO et les substances apparentées sont interdits en tant que substances ou éléments constitutifs de préparations à des concentrations égales ou supérieures à 0,005 %, ainsi que dans des produits ou articles semi-finis à des concentrations égales ou supérieures à 0,1 %, sauf pour les textiles ou matériaux enduits si la quantité de SPFO est égale ou inférieure à 1µg/m^2.
- Des dérogations autorisent les utilisations du SPFO indiquées ci-après ainsi que les substances et préparations nécessaires à leur fabrication : photosrésines ou revêtements anti-reflet pour les procédés photolithographiques; revêtements industriels appliqués dans la photographie; traitements anti-buée pour le chromage dur et autres procédés de placage par électrolyse; fluides hydrauliques pour l'aviation. En outre, les stocks de mousses anti-incendie au SPFO à formation de pellicule aqueuse qui ont été mises sur le marché 12 mois ou plus avant que la législation n'entre en vigueur peuvent être utilisés pour une période de 54 mois.

L'Agence pour la protection de l'environnement des Etats-Unis (USEPA) a adopté, à l'échelon fédéral, une série de règles concernant les nouvelles utilisations importantes (Significant New Use Rules ou SNUR) pour 88 substances apparentées au SPFO; ces règles s'appliquent à la fabrication et à l'utilisation des nouvelles substances. Une SNUR définitive pour 183 autres substances apparentées au sulfonate perfluoroalkylique a été publiée en octobre 2007 (72 FR 57222, 9 octobre 2007). Les SNUR exigent que les fabricants et les importateurs notifient l'Agence pour la protection de l'environnement des Etats-Unis au moins 90 jours avant la fabrication ou l'importation de ces substances à des fins autres que certaines utilisations restreintes déjà en cours. L'Agence dispose ainsi du temps nécessaire pour évaluer la nouvelle utilisation proposée et la limiter, voire l'interdire, si elle le juge nécessaire. Les SNUR n'exigent pas des fabricants actuels qu'ils cessent de fabriquer ou de vendre ces substances; néanmoins, le principal fabricant aux Etats-Unis a cessé de produire de ces substances volontairement entre 2000 et 2002. Dès que les SNUR concernant les substances initialement visées sont entrées en vigueur, elles ont essentiellement eu pour effet de restreindre la fabrication et l'importation de SPFO, sauf pour certaines utilisations bien précises. Ces utilisations sont les suivantes :

- Comme additif anti-érosion dans les fluides hydrauliques d'aviation à base d'esters de phosphates résistant au feu.

- En tant qu'élément d'une substance photosensible, y compris un générateur de photo-acides ou un surfactant; ou en tant qu'élément d'un revêtement anti-reflet utilisé dans un procédé photomicrolithographique pour produire des semi-conducteurs ou composants similaires de circuits électroniques ou autres circuits miniaturisés.

- Dans les revêtements pour le contrôle de la tension de surface, des décharges électrostatiques et de l'adhésion dans les films, le papier et les plaques photographiques pour le tirage de photos analogues ou numériques, ou comme surfactant dans les mélanges utilisés pour le développement des pellicules photos.

- Utilisation des substances suivantes entrant dans la composition d'un agent de gravure, y compris d'un surfactant ou d'un suppresseur de buée, dans le placage des composants électroniques : 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,5-Undécafluoropentane-1-sulfonate de potassium (no. CAS : 3872-25-1); *N*-Ethyl-*N*-[(tridécafluorohexyl)sulfonyl]glycinate de potassium (no. CAS : 67584-53-6); *N*-Ethyl-*N*-[(pentadécafluoroheptyl)sulfony]glycinate de potassium (no. CAS : 67584-62-7); 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,7-Pentadécafluoroheptane-1-sulfonate d'ammonium (no. CAS : 68259-07-4); *N*-Ethyl-1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,7-Pentadécafluoroheptane-1-sulfonamide (no. CAS : 68957-62-0); alpha-{2-[Ethyl(pentadécafluoroheptylsulfonyl)amino] (no. CAS : 68958-60-1); 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-Tridécafluorohexanesulfonate, composé avec le 2-2'-iminodiéthanol (1:1) (no. CAS : 70225-16-0).

- Utilisation du perfluorooctanesulfonate de tétraéthylammonium (1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-Heptadécafluorooctane-1-sulfonate de tétraéthylammonium (no. CAS : 56773-42-3) comme suppresseur de fumées et de buée dans les bains de finition et de placage des métaux. Ces bains concernent notamment le chromage dur; le chromage décoratif; l'anodisation à l'acide chromique; le placage au nickel, au cadmium ou au plomb; le placage métallique de matières plastiques; et le zingage alcalin.

- Comme intermédiaire de synthèse dans la fabrication d'autres substances chimiques destinées à n'être utilisées que pour les trois premières utilisations susmentionnées.

L'Agence pour la protection de l'environnement des Etats-Unis a également négocié l'élimination d'un pesticide, le sulfluramide, qui est un dérivé du SPFO qui se décompose en SPFO ou en sel de lithium de SPFO, parallèlement à la publication en 2002 de la SNUR définitive sur les 88 substances apparentées au SPFO initialement visées. Le sulfluramide et le sel de lithium de SPFO sont utilisés soit dans des stations pièges pour la lutte contre les fourmis, cafards, termites, guêpes et frelons, soit en appâts granulés pour lutter contre les fourmis phyllophages dans les zones de reboisement de pins. Les fabricants ont volontairement accepté de cesser de fabriquer certains de ces produits et d'éliminer le reste dans des délais convenus. Les produits qui restent à éliminer ont été fabriqués à l'aide de stocks de sulfluramide constitués avant l'élimination définitive de la fabrication de SPFO aux Etats-Unis, en 2002.

2. Résumé des informations intéressant l'évaluation de la gestion des risques

2.1 Mesures de réglementation possibles

La Convention de Stockholm a pour objet (article premier) de protéger la santé humaine et l'environnement contre les polluants organiques persistants. Par conséquent, lorsqu'on envisage de prendre des mesures de réglementation du SPFO au titre de la Convention, il faut tenir compte du fait que toutes les substances apparentées au SPFO sont susceptibles de se décomposer pour donner du SPFO et contribuer ainsi à la charge totale présente dans l'environnement. Pour déterminer si des dérogations seraient appropriées, il faut prendre en compte, outre les considérations mentionnées à l'Annexe F de la Convention, d'autres facteurs tels que l'exposition; le volume de la production; les coûts sociaux; la contamination omniprésente des êtres humains et de l'environnement; et les impacts possibles sur les générations futures.

Dans le cadre de la Convention, cet objectif peut être atteint de différentes manières :

- Le SPFO et/ou les substances apparentées pourraient être inscrits à l'Annexe A, avec ou sans dérogations, ou être accompagnés d'une nouvelle Partie III indiquant, pour chacune de ces substances ou chaque groupe de substances, ou pour chacune de leurs utilisations, les mesures à prendre.

- Le SPFO et/ou les substances apparentées pourraient être inscrites à l'Annexe B, avec des dérogations à des fins acceptables ou spécifiques, ou être accompagnées d'une nouvelle Partie III de l'Annexe B indiquantt, pour chacune de ces substances ou chaque groupe de substances, ou pour chacune de leurs utilisations, les mesures à prendre.

- Le SPFO pourrait être inscrit à l'Annexe C en tant que POP produit non intentionnellement, de manière à couvrir toutes les substances apparentées au SPFO susceptibles de se décomposer en SPFO lorsqu'elles sont rejetées dans l'environnement.

- Le SPFO pourrait être inscrit aux Annexes A ou B, comme indiqué ci-dessus, et dans le même temps être inscrit aussi à l'Annexe C.

Aux fins de l'Annexe F, certaines utilisations ont été identifiées par les Parties et les observateurs. Elles peuvent être divisées en deux groupes.

A. Sur la base des informations soumises au secrétariat, des solutions de remplacement faisables sur le plan technique peuvent ne pas être disponibles pour certaines utilisations. Ces utilisations sont les suivantes : formation d'images photographiques; masqueurs; semi-conducteurs; fluides hydrauliques pour l'aviation; cathéters radio-opaques, tels que cathéters pour angiographie et cathéters à aiguille interne; et fabrication d'appâts anti-fourmis pour la lutte contre les fourmis phyllophages.

B. Sur la base des informations soumises au secrétariat, il existe, ou il pourrait exister prochainement, des produits ou techniques de remplacement pour certaines utilisations, mais elles auraient besoin d'être introduites progressivement. Ces utilisations sont les suivantes : placage métallique; composants électriques et électroniques; et mousses anti-incendie.

C. Il apparaît, sur la base des renseignements communiqués au secrétariat, que, dans les pays développés, il existe des solutions de remplacement pour les applications suivantes : mousses anti-incendie, tapis, cuir/habillement, textiles/capitonnage, papier et emballages, revêtements et additifs pour revêtements, produits de nettoyage industriels et domestiques, pesticides et insecticides.

On notera que plusieurs pays, développés ou en développement, ont signalé que les applications du SPFO et des substances apparentées sont complexes et touchent de nombreux secteurs de l'économie, et que, par conséquent, il se pourrait qu'il existe d'autres applications de ces substances à leur insu. D'autres utilisations que celles mentionnées ci-dessous viendront donc peut-être s'ajouter à la liste.

Ces utilisations et les produits de remplacement possibles sont décrits plus en détail a la section 2.3 ci-dessous.

2.2 Efficacité des mesures de réglementation possibles qui permettraient de diminuer les risques

Aux Etats-Unis, les mesures d'élimination et de réglementation ont permis de ramener le volume du SPFO et des substances apparentées fabriqués et/ou utilisés sur le territoire américain de 2 900 tonnes en 2000 à moins de 8 tonnes en 2006.

Le Canada a réalisé une analyse nationale coûts-bénéfices dans le cadre du projet de réglementation canadienne sur le SPFO et les substances apparentées. Cette analyse repose sur les hypothèses suivantes :

- Calendrier : Les mesures de réglementation proposées entreraient en vigueur en 2009, avec dérogation pour les mousses anti-incendie à formation de pellicule aqueuse (AFFF) et le secteur du placage métallique expirant 5 après, c'est-à-dire en 2014.
- Période sur laquelle porte l'analyse : une période de 25 ans a été retenue pour l'analyse, pour tenir compte de la durée de vie des AFFF contenant du SPFO et pour tenir compte aussi de la durée de service du matériel employé pour le placage métallique. Ainsi donc, l'analyse porte sur la période 2008-2032.
- Coûts et bénéfices : ont été pris en compte dans l'analyse, dans la mesure du possible, tous les coûts et bénéfices affectant directement ou indirectement la santé humaine et l'environnement.
- Taux d'escompte : un taux d'escompte de 5,5 % a été prévu. Tous les coûts et bénéfices monétisés sont exprimés en euros ou en dollars de 2006.

Pour le Canada, les bénéfices nets de la réglementation proposée ont été évalués à 337 000 dollars. Ce chiffre ne comprend pas les bénéfices retirés par les écosystèmes, ceux-ci n'ayant pu être quantifiés faute de données et compte tenu des incertitudes (Canada, 2006). On notera que les analyses faites par le Canada ne s'appliquent pas forcément à tous les pays, en particulier aux pays en développement et aux pays à économie en transition. Toutefois, on ne dispose d'aucune précision à ce sujet. Selon la Chine, les utilisations dans l'industrie pétrolière et pour le traitement des nanomatières pourraient aussi être rangées dans ces catégories.

2.3 Informations sur les solutions de remplacement (produits et procédés) possibles

Le Comité d'étude des polluants organiques persistants a conclu que le SPFO possède les caractéristiques d'un polluant organique persistant en raison de sa propagation à longue distance dans l'environnement et de ses importants effets néfastes sur la santé humaine et l'environnement, qui justifient une action internationale. Toute stratégie de réduction des risques posés par le SPFO devrait avoir pour but de réduire, voire éliminer, les émissions et les rejets de cette substance, en prenant en considération la liste indicative figurant à l'Annexe F de la Convention, notamment la faisabilité technique des mesures de réglementation et solutions de remplacement possibles; les inconvénients et avantages des substances considérées; et la poursuite de leur production et de leur utilisation. Toute stratégie de réduction des risques doit déterminer s'il existe des solutions de remplacement dans les secteurs concernés. A cet

égard, le remplacement d'une substance apparentée au SPFO par une autre substance chimique ou une solution de remplacement doit tenir compte des facteurs suivants :

- Faisabilité technique
- Coûts (y compris les coûts environnementaux et sanitaires)
- Efficacité
- Risques
- Disponibilité et accessibilité

Une discussion de la disponibilité et de la faisabilité de solutions de remplacement pour les « utilisations courantes » du SPFO et des substances apparentées est présentée ci-après. Cette discussion est axée sur les utilisations qui se poursuivent; en l'absence d'informations contraires, on suppose que le remplacement a déjà eu lieu dans les autres secteurs.

Une proportion importante des utilisateurs de ces substances se sont tournés vers d'autres produits chimiques fluorés (télomères et produits connexes). Ces télomères ne sont pas apparentés au SPFO, mais dans certaines circonstances, ils peuvent se décomposer en acide perfluoro-octanoïque (APFO) ou en acides carboxyliques perfluorés. S'il n'existe actuellement que peu d'informations permettant d'évaluer l'impact des télomères sur l'environnement et la santé, des travaux extensifs sont en cours aux Etats-Unis et dans d'autres pays, où l'on se préoccupe du sort et du comportement de ces substances. Tant que ces études n'auront pas été achevées, il sera impossible de tirer des conclusions décisives concernant les avantages des télomères sur la santé humaine et l'environnement et des produits connexes par rapport aux substances apparentées au SPFO auxquelles on les aura substitués.

Comme indiqué ci-dessus à la section 1.5, la fabrication du SPFO a été éliminée dans plusieurs pays, dont les Etats-Unis. Ce produit n'est pas non plus fabriqué au Canada ni en Australie. Il est toutefois produit dans d'autres pays, comme il ressort d'une enquête réalisée pour l'OCDE en 2006 (OCDE, 2006).

A. Utilisations pour lesquelles il n'existe pas à présent, d'après les réponses reçues, de solutions de remplacement faisables sur le plan technique

Outre les utilisations énumérées ci-dessous, la Chine a signalé d'autres utilisations pour lesquelles il n'existe pas actuellement en Chine de solutions de remplacement, à savoir l'utilisation de substances apparentées au SPFO dans l'industrie pétrolière et pour le traitement des nanomatières.

2.3.1 Formation d'images photographiques

D'après l'industrie photographique, il n'existe pas actuellement de produits chimiques ou groupes de produits chimiques qui pourraient être considérés comme solutions de remplacement du SPFO ou des substances apparentées à l'échelle industrielle, et pas même à l'échelle d'une entreprise individuelle. Les solutions de remplacement possibles sont les substances chimiques non perfluorées telles que les surfactants hydrocarbonés, les substances chimiques perfluorées à chaîne courte ($C_3 – C_4$), les silicones et les télomères. Dans un très petit nombre de cas, il a été possible de reformuler les revêtements de manière à ce qu'ils soient moins sensibles à l'accumulation d'électricité statique.

Toujours selon l'industrie photographique, les produits et applications pour lesquels il n'existe pas actuellement de solutions de remplacement et qui sont des utilisations critiques, sont les suivants :

- Surfactant pour mélanges utilisés dans les revêtements appliqués aux films, papiers et plaques photographiques; le SPFO est critique pour créer des revêtements d'une extrême complexité avec une très grande cohérence, évitant ainsi la création de larges quantités de déchets qui résulteraient d'irrégularités dans l'épaisseur du revêtement.
- Antistatique pour les mélanges utilisés dans les revêtements appliqués aux films, papiers et plaques photographiques. Les propriétés antistatiques du SPFO sont également vitales pour la sécurité puisqu'elles permettent de contrôler l'accumulation et la décharge d'électricité statique, prévenant ainsi les accidents du travail et les accidents dont pourraient être victimes les usagers, et évitant des dommages aux machines et aux produits, ainsi que les risques d'incendie et d'explosion.
- Agent antifriction et agent antisalissure pour les mélanges utilisés dans les revêtements appliqués aux films, papiers et plaques photographiques.
- Adhésif pour les mélanges utilisés dans les revêtements. Cette propriété est conférée aux revêtements des pellicules photographiques par suite de l'utilisation de SPFO comme auxiliaire de revêtement.

Selon le Département britannique de l'environnement, de l'alimentation et des affaires rurales, les rejets de l'industrie photographique seraient de 1,02 kg dans les eaux usées et de 0,051 kg dans l'air, provenant des utilisations dans cette

industrie au sein de l'Union européenne. Par extrapolation, l'industrie évalue le total à moins de 2 kg dans le monde entier.

Le papier photo, qu'il soit destiné aux professionnels ou aux amateurs, ne contient généralement pas de substances apparentées au SPFO. Pour les papiers qui en contiennent, la concentration présente dans les revêtements est de l'ordre de 0,1 à 0,8 µg/cm^2. Cette substance n'est pas présente à la surface du revêtement; elle est contenue dans une matrice, elle-même reliée aux matrices de revêtement.

Le coût du remplacement des substances apparentées au SPFO se situerait, selon les estimations, dans une fourchette de 20 à 40 millions d'euros, pour toute la gamme des produits de l'industrie photographique. Ce coût a été établi sur la base d'une estimation du coût de la réduction prévue (de 83 %) de l'utilisation de substances apparentées au SPFO. Le coût des autres activités de remplacement (pour les 17 % qui restent) sera sensiblement plus élevé, les activités de remplacement devenant de plus en plus difficiles.

Sur la base des précédentes estimations des coûts, de 20 à 40 millions de dollars pour la réduction qui a eu lieu entre 2000 et 2004, c'est-à-dire une réduction d'environ 15 tonnes, le coût moyen s'est établi à 2 millions de dollars par tonne. Les prochaines réductions devraient coûter au moins deux fois plus, jusqu'à 5 millions de dollars par tonne. Le coût du remplacement des 10 tonnes restantes s'établirait donc à 50 millions de dollars. Puisque seulement 2 kg seraient rejetés dans l'environnement, le coût de la réduction des rejets à zéro, à partir de ces estimations, s'établirait donc à 25 millions de dollars par kilogramme. Ce chiffre indique l'ampleur du coût de la réduction des rejets.

2.3.2 Photorésines et semi-conducteurs

D'après l'industrie des semi-conducteurs, les générateurs de photo-acides à base de SPFO sont critiques pour cette industrie, en particulier pour le procédé photolithographique. Selon plusieurs groupements industriels (ESIA, JSIA, SIA, SEMI), il n'existe pas actuellement de produits de remplacement capables d'assurer les mêmes fonctions critiques avec le même degré de performance, de manière à assurer une transition efficace et efficiente à des technologies de pointe utilisant des photorésines permettant une production de masse.

S'agissant des revêtements anti-reflet utilisés en même temps que les photorésines, selon l'ESIA, il n'existe pas non plus de solutions de remplacement répondant aux spécifications techniques voulues (ESIA, 2003). Toujours selon l'industrie, il n'existerait pas non plus de solutions de remplacement pour une application spécialisée du SPFO, à savoir son utilisation dans les agents de gravure liquides pour la réalisation de masqueurs. Une évaluation est en cours dans ce secteur.

L'industrie des semi-conducteurs et ses fournisseurs continuent de chercher des solutions de remplacement pour ces utilisations critiques. Le procédé de fabrication des semi-conducteurs est tel que si l'on venait à identifier des solutions de remplacement pour le SPFO au stade de la recherche fondamentale, il faudrait apporter des ajustements critiques à l'industrie des intrants, tels que le SPFO utilisé pour la photolithographie. Ces ajustements se répercuteront sur toute la chaîne de fabrication et de livraison, car il faudra veiller à ce que les procédés chimiques tout au long de la chaîne de production restent alignés. Ainsi donc, selon l'industrie des semi-conducteurs, il faudrait environ une dizaine d'années de plus pour concevoir, rendre opérationnelle et intégrer la nouvelle technologie, dès lors qu'elle aura été mise au point, dans le procédé de fabrication des semi-conducteurs. Toujours selon cette industrie, ce retard est une étape nécessaire du cycle du développement de la technologie des semi-conducteurs. En effet, les innovations technologiques exigent généralement dix années de perfectionnement avant de pouvoir être intégrées à la fabrication de masse (ESIA, JSIA, SIA, SEMI, 2007).

On notera que, durant la formulation chimique des produits de photolithographie, les travailleurs sont très peu exposés, ce processus hautement automatisé se déroulant essentiellement en circuit fermé. De même, la fabrication de composants électroniques est automatisée et n'utilise qu'une faible quantité de SPFO; de plus, les travailleurs sont isolés par des vêtements protecteurs. L'isolation fait aussi partie intégrante des procédures de contrôle de qualité.

Les rejets dans l'environnement sont minimes. En raison de la faible pression-vapeur du SPFO et vu la nature du procédé, aucun rejet dans l'air ne devrait avoir lieu. Toutefois, les déchets, qui comprennent 93 % de résines (générateurs de photo-acides et surfactants) sont incinérés. Les rejets dans l'eau sont également négligeables. Par ailleurs, il ne subsiste aucun résidu de SPFO dans les microprocesseurs à l'état de produits finis; par conséquent, il n'y aucun risque d'exposition pour le consommateur et il n'y a pas lieu de se préoccuper des rejets provenant de l'élimination ou du recyclage des déchets électroniques.

Les rejets de SPFO provenant de son utilisation dans la photolithographie sont infimes comparés aux rejets de SPFO dans d'autres secteurs industriels. En 2002, pour toute l'Europe, 43 kg de SPFO provenant de ses utilisations en photolithographie ont été rejetés dans les effluents industriels, soit une quantité de l'ordre de 0,45 % seulement de l'ensemble des rejets de SPFO en Europe à la même époque. Le bilan global pour l'Europe en 2004 fait apparaître des rejets de 54 kg pour cette substance. Aux Etats-Unis et au Japon, la proportion de ces rejets serait également faible pour les utilisations en photolithographie, selon de récentes évaluations.

Il est difficile d'évaluer le coût du remplacement du SPFO dans l'industrie de la photolithographie, vu l'absence de solutions de remplacement à l'heure actuelle. Les spécifications requises et les limites de la faisabilité technique sont les principaux facteurs qui entravent actuellement l'accès à des solutions de remplacement. Et même si ces obstacles

pouvaient être surmontés, le coût de la transition à des solutions de remplacement pour les procédés photolithographiques serait nécessairement important. En effet, le coût des nouvelles chaînes de production de masse sera probablement très élevé, y compris le coût de la reconversion et la perte éventuelle de revenus résultant d'un rendement beaucoup plus faible en attendant que les nouveaux systèmes deviennent pleinement opérationnels. De nombreuses photorésines sont spécifiquement adaptées aux procédés utilisés par l'entreprise, ce qui signifie qu'une solution de remplacement valable pour une entreprise particulière ne sera pas nécessairement applicable à l'ensemble de l'industrie. Vu ces incertitudes, les estimations ci-dessous, tirées de la présente évaluation, ne sont qu'une indication de l'ordre de grandeur des dépenses à prévoir.

Le remplacement des systèmes actuels exigerait d'intenses activités de recherche-développement suivies par un processus de reconversion qui prendra du temps. Le coût du développement d'un nouveau système de photorésines est évalué à 192 millions de dollars pour les résines 193nm, 287 millions de dollars pour les résines 157nm et 218 millions de dollars pour les résines EUV. Le coût du développement des résines 157nm est le plus élevé, parce qu'il suppose beaucoup plus d'innovations que pour les résines 193nm ou EUV.

Le coût du développement d'un nouveau système de photorésines serait de l'ordre de 700 millions de dollars. A supposer que les dépenses variables soient les mêmes que pour le système actuel, il faudra 5 ans pour mettre au point le nouveau système et 25 ans pour l'évaluer correctement. Ceci permettrait de réduire l'équivalent de 20 années de rejets de SPFO et substances apparentées (à raison de 50 kg par an), soit un total de 1 000 kg. Les coûts s'établiraient donc à 0,7 million de dollars par kilogramme de SPFO. Ce calcul fait ressortir l'ampleur des coûts de réduction de ces rejets. Par comparaison, on mentionnera ici que les ventes globales de semi-conducteurs ont rapporté 248 milliards de dollars en 2006.[1]

L'industrie des semi-conducteurs a récemment signé un accord visant à réduire globalement l'utilisation des produits chimiques à base de SPFO. Au titre de cet accord, les membres du Conseil mondial des semi-conducteurs, qui comprend les associations commerciales représentant les industries des micropuces de la plupart des principaux pays producteurs de semi-conducteurs (SIA, ESIA et d'autres associations commerciales asiatiques) et SEMI se sont engagés à : i) éliminer les utilisations non critiques du SPFO dans certains délais bien précis; ii) s'efforcer de trouver des solutions de remplacement du SPFO pour les utilisations critiques pour lesquelles il n'existe pas actuellement d'autres substances; iii) détruire les déchets de solvants provenant d'utilisations critiques; iv) prendre toutes les autres mesures qui s'imposent pour atténuer l'impact potentiel des utilisations critiques du SPFO sur l'environnement.

2.3.3 Masqueurs dans l'industrie des semi-conducteurs et des écrans à cristaux liquides

Les masqueurs sont une partie essentielle du procédé de photolithographie dans la fabrication des semi-conducteurs et des écrans à cristaux liquides. La réalisation des masqueurs est généralement confiée à des entreprises spécialisées.

Trois grands producteurs de masqueurs japonais signalent qu'un procédé par voie humide est utilisé pour la fabrication de la plupart des masqueurs. Les agents de gravure utilisés pour les panneaux de transistors à film mince contiennent du SPFO et des substances apparentées, car ces panneaux doivent être très finement gravés. Un procédé par voie sèche est parfois utilisé, dans certains cas bien précis, pour la réalisation de masqueurs pour semi-conducteurs. Par contre, tous les masqueurs pour transistors à film mince sont fabriqués à l'aide d'un procédé par voie humide, en raison de leur taille relativement large.

La quantité totale de SPFO (y compris les groupements fonctionnels du SPFO dans les substances apparentées) utilisée à cette fin au Japon est évaluée à 70 kg par an. Les entreprises japonaises jouent un grand rôle dans la fabrication de masqueurs, s'appropriant à eux seuls plus de 70 % du marché mondial. On évalue à 100 kg la quantité totale de SPFO et de substances apparentées affectée à cette utilisation dans le monde.

Vu la forte acidité des agents de gravure, les surfactants non-fluorés n'y sont pas stables et ne peuvent donc être utilisés pour ce procédé. D'autres surfactants fluorés, comme par exemple les sulfonates perfluoroalkyles (SPFA) à chaîne courte ne conviennent pas car leur aptitude à abaisser la tension de surface n'est pas suffisante.

Un procédé par voie sèche est appliqué aux tracés extrêmement fins et haut de gamme des masqueurs pour semi-conducteurs. Toutefois, le rendement et la productivité de ce procédé à sec sont nettement inférieurs (de 15 à 20 fois) à ceux du procédé par voie humide. En outre, le procédé à sec n'est pas utilisable pour les écrans à cristaux liquides vu leur large taille (plus d'1m x 1 m).

2.3.4 Fluides hydrauliques pour l'aviation

D'après les renseignements reçus de l'un des principaux fabricants de fluide hydraulique, il n'existe pas de solutions de remplacement des substances à base de SPFO actuellement utilisées dans les avions ni d'autre produit chimique susceptible de fournir une protection adéquate dans l'aviation civile.

L'expérience montre que l'homologation d'un nouveau fluide pour utilisation dans l'aviation commerciale prend une dizaine d'années depuis la conception jusqu'à la commercialisation. Il n'existe actuellement aucune solution autre

[1] http://www.sia-online.org/pre_facts.cfm

que le SPFO pour l'aviation et l'on ne dispose d'aucun renseignement sur les coûts des solutions de remplacement possibles ni sur l'impact qu'elles pourraient avoir sur la santé et l'environnement.

2.3.5 Appareils médicaux

L'industrie des appareils médicaux utilise depuis longtemps des matériaux contenant du SPFO. Ainsi, le SPFO est utilisé comme dispersant lorsque des agents de contraste sont incorporés dans des feuilles de copolymères d'éthylène et de tétrafluoroéthylène (ETFE). Le SPFO joue un rôle essentiel dans la fabrication d'ETFE radio-opaque, permettant d'obtenir les degrés d'exactitude et de précision requis par les services médicaux (par exemple pour les cathéters radio-opaques, tels que les cathéters pour angiographie et les cathéters à aiguille interne).

Depuis l'an 2000, lorsqu'on s'est aperçu que les effets du SPFO sur l'environnement posaient problème, les fabricants d'ETFE radio-opaque se sont efforcés, de concert avec les fournisseurs de produits chimiques, de trouver des solutions de remplacement.

L'enquête menée par l'OCDE en 2006 a fait apparaître que le sulfonate de perfluorobutane (SPFB) est utilisé comme surfactant dans les produits de revêtement. Dans certains cas, cette substance peut être utilisée comme dispersant pour les agents de contraste inorganiques mélangés aux feuilles d'ETFE. Pour bon nombre d'autres appareils médicaux, il reste à trouver des solutions de remplacement permettant d'atteindre les mêmes normes. On compte que, en raison de ses propriétés uniques, le SPFO continuera d'être utilisé pour divers appareils médicaux.

B. Utilisations pour lesquelles il pourrait exister des substances ou techniques de remplacement, mais qui devraient être introduites progressivement

2.3.6 Placage du métal

Des substances apparentées au SPFO sont utilisées pour les principales applications suivantes :

- Chromage décoratif
- Chromage dur

Les autres utilisations importantes sont les suivantes : pré-traitement avant placage plastique; traitement avant placage de polytétrafluoroéthylène (PTFE) (téflon) par pulvérisation; pré-traitement pour le placage des plaquettes de circuit imprimés; anodisation à l'acide chromique; placage nickel-cadmium ou plomb; zingage en milieu alcalin; meulage électrique de l'acier inoxydable; abrasion chimique des alliages de cuivre.

L'enquête menée par l'OCDE en 2006 a révélé que le sulfonate de perfluorobutane (SPFA C_4) était utilisé comme supresseur de buée. Selon des informations complémentaires, il n'existerait pas actuellement d'autres produits efficaces comme supresseur de buée pour remplacer ceux à base de SPFO pour ces applications (Japon, 2007; Etats-Unis, 2007).

Par ailleurs, selon des informations reçues d'un certain nombre de responsables industriels et d'autorités réglementaires, il serait possible, s'agissant du placage à des fins décoratives, de remplacer le chrome héxavalent (Cr (VI)) par un produit moins dangereux (Cr (III)); ceci éliminerait la nécessité de recourir à des substances apparentées au SPFO pour cette application; cette solution permettrait de réaliser d'importantes économies dans le secteur du placage du métal, outre ses bienfaits pour la santé et l'environnement.

Le coût plus élevé de l'utilisation du Cr (III) est plus que largement compensé par les économies réalisées grâce à la diminution des coûts du traitement des déchets, de la surveillance de l'air, de l'enregistrement des données, et du volume des rejets. Le principal bienfait, toutefois, est le risque considérablement réduit de maladies provoquées chez les ouvriers par le travail du chrome héxavalent. La progression des produits de remplacement varie selon les exigences de qualité des différents marchés. Ainsi, au Japon, entre 40 et 50 % seulement des 1 000 entreprises qui emploient du chrome héxavalent ont modifié leurs procédés de fabrication. Par conséquent, les supresseurs de buée au SPFO continuent d'être nécessaires pour protéger la santé des travailleurs.

S'agissant du chromage dur, les informations reçues indiquent que le remplacement direct du Cr (VI) par du Cr (III) ne serait pas actuellement une option viable. Si certaines solutions de remplacement du Cr (VI) pour le chromage dur ont été adoptées pour certaines applications à petite échelle, il n'existe pas actuellement de technologies applicables à une vaste échelle commerciale pour remplacer la plupart des utilisations du Cr (VI) pour le placage. Au Japon, on n'a pas encore identifié de solutions de remplacement pour les utilisations autres que pour le chromage dur, en raison notamment des exigences de haute fiabilité, par exemple pour les pompes dans les automobiles.

Le coût d'une amélioration de la ventilation par extraction, solution recommandée pour se substituer aux supresseurs de buée à base de SPFO, s'élèverait selon certains calculs à 3 400 euros par an dans chaque unité de production, avec une période d'investissement de 15 ans (RPA, 2004). A supposer qu'il existe, dans l'Union européenne, quelques centaines d'unités, le coût total s'élèverait à 1 ou 2 millions d'euros. Au Japon, les estimations indiquent que le coût serait de 40 000 dollars pour chaque bain de 1 000 litres (Japon, 2007).

Le coût de la réglementation proposée par le Canada (voir la section 1.5 ci-dessus) s'élève, selon la taille de l'entreprise, à 0,65 million de dollars pour 34 petites entreprises; 2,6 millions de dollars pour 52 moyennes entreprises; et 0,68 million de dollars pour 14 grandes entreprises. Le coût total à la charge des installations canadiennes utilisant des suppresseurs de buée au SPFO pour qu'elles s'alignent sur les réglementations proposées est évalué à 3,9 millions de dollars (avec escompte de 5,5 % sur 25 ans). Ceci permettrait de réduire les rejets de SPFO d'environ 86 tonnes sur la période 2013-2032 (Canada, 2007). Sur la base de ces calculs pour le Canada, le coût de la réduction s'établirait donc à 46 dollars par kilogramme de SPFO réduit.

2.3.7 Mousses anti-incendie

Des solutions de remplacement des surfactants fluorés à base de SPFO utilisés dans les mousses anti-incendie sont disponibles ou en cours de développement. Ces solutions de remplacement sont les suivantes : surfactants fluorés sans SPFO; surfactants à base de silicone; surfactants à base d'hydrocarbures; mousses anti-incendie sans fluor; et autres technologies de mousse anti-incendie évitant l'emploi du fluor. L'efficacité de ces solutions de remplacement aurait besoin d'être évaluée.

Les mousses sans fluor sont plus chères (d'environ 5 à 10 %) que les mousses à base de surfactants fluorés (y compris les mousses à base de SPFO que l'on trouve actuellement sur le marché). Toutefois, selon les fabricants, le prix des mousses sans fluor baisserait si le marché venait à se développer. On peut donc supposer que, en gros, les prix sont comparables.

Puisque la transition à des produits sans SPFO à déjà eu lieu pour la plupart des utilisations dans beaucoup de pays, les coûts du remplacement des mousses à base de SPFO à la charge des fabricants et des utilisateurs seraient assez faibles, les coûts de développement et les dépenses opérationnelles étant assez limités. Les principales dépenses liées à l'élimination des mousses à base de SPFO concernent la gestion des stocks et des déchets.

La toxicité et l'écotoxicité des surfactants fluorés sans SPFO sont mal connus. S'agissant de savoir si les télomères présentent un risque important pour la santé et l'environnement, la question est à l'examen et les conclusions sont attendues.

S'agissant des mousses sans fluor, les renseignements dont on dispose indiquent que, comparées aux mousses à base de SPFO, elles ne persistent pas dans l'environnement et n'ont pas de potentiel de bioaccumulation, et ce en raison de l'absence de fluor. S'agissant de la toxicité aiguë, les mousses sans fluor semblent avoir une toxicité aiguë légèrement inférieure, bien que les informations fournies à ce jour ne soient pas concluantes.

Pour le Canada, la réglementation proposée réduirait les rejets de mousses anti-incendie à base de SPFO dans l'environnement d'environ 2,83 tonnes sur la période 2008-2032. Le coût de l'élimination et du remplacement dans les aéroports, les installations militaires et les raffineries serait de l'ordre de 0,64 million de dollars (en dollars de 2006) avec escompte de 5,5 % sur les 25 prochaines années (Canada, 2007). Sur la base de ces calculs pour le Canada, on déduit que le coût de la réduction s'établit à 226 dollars par kilogramme de SPFO.

Pour l'Union européenne, le coût de remplacement et de destruction des mousses au SPFO et évalué à 6 000 euros par tonne. Les stocks détenus par l'Union européenne sont de 122 tonnes (RPA, 2004). Sur la base de ces calculs, le coût de réduction est de 6 euros par kilogramme de SPFO. Dès lors que les mousses auront été remplacées, le coût de la destruction sera de 1 euro par kilogramme.

Au Japon, on estime que 86 tonnes d'équivalent SPFO sont présentes dans les mousses à formation de pellicule aqueuse (AFFF) que l'on trouve sur le marché. Sur cette base, on en déduit que la quantité totale de SPFO sur le marché dans les concentrés de mousse anti-incendie est inférieure à 200 tonnes. Les stocks représentent 21 000 tonnes de concentrés de mousse anti-incendie à base de SPFO; sur ce total, environ 11 400 tonnes contiennent du SPFO à l'état pur; le reste, à savoir 9 600 tonnes, contiennent des dérivés de SPFO. Les stocks sont en majorité constitués de mousses anti-incendie pour les liquides insolubles dans l'eau (huile, naphte, hydrocarbures); des solutions de remplacement sans SPFO sont déjà commercialisées pour ces usages. Le remplacement devrait prendre 15 ans environ, compte tenu de la capacité de production actuelle. En revanche, quelque 2 000 tonnes de mousse anti-incendie en stock pour les liquides solubles dans l'eau (alcools, glycols et acétone) sont plus indispensables dans l'immédiat pour les combustibles biologiques (bio-éthanol, etc.). Les mousses pour liquides solubles dans l'eau sont exigées pour respecter les normes gouvernementales et aucune solution de remplacement du SPFO n'a été mise au point jusqu'à présent en raison de difficultés de faisabilité technique. On estime que le développement de solutions de remplacement prendra plusieurs années et que le remplacement lui-même s'échelonnera sur 15 ans. Des mousses anti-incendie contenant du SPFO sont aussi stockées dans les aéroports (Japon, 2007).

Les règlements SNUR aux Etats-Unis ne restreignent que la fabrication et l'importation de nouveaux produits à base de SPFO. Les règlements américains n'imposent aucune restriction à l'utilisation des stocks actuels de mousses à base de SPFO fabriquées ou importées aux Etats-Unis avant la date d'entrée en vigueur de ces règlements et aucune élimination obligatoire des stocks existants n'est actuellement en place ou envisagée.

2.3.8 Composants électriques et électroniques

Le SPFO est largement utilisé dans la fabrication de composants électriques et électroniques. Il est principalement utilisé comme agent d'étanchéité et adhésif. Pour ces utilisations, des solutions de remplacement sont soit disponibles soit en cours de développement et le SPFO sera remplacé assez rapidement. Toutefois, pour certaines utilisations, il n'y aura pas dans l'immédiat de solutions de remplacement disponibles. L'une de ces utilisations est dans la courroie de transfert intermédiaire des imprimantes et des photocopieuses couleur et des imprimantes multifonctionnelles.

La courroie de transfert intermédiaire est une partie essentielle des photocopieuses et imprimantes couleur. Selon les informations fournies par le Gouvernement japonais, le plus grand fabricant (qui fournit plus de 60 % des courroies de transfert intermédiaire en polyimide) utilise du SPFO pour garantir les propriétés voulues. Les courroies produites par ce fabricant contiennent jusqu'à 100 ppm de SPFO. Cette pièce est utilisée par les 12 fabricants de photocopieuses et imprimantes couleur multifonctionnelles qui dominent le marché mondial; cette pièce est également livrée dans le monde entier comme pièce détachée. Les propriétés de la courroie de transfert intermédiaire déterminent la conception des photocopieuses et imprimantes multifonctionnelles. Vu la durée de vie longue de ces photocopieuses et imprimantes, si l'approvisionnement de cette pièce détachée venait à s'interrompre, des millions de photocopieuses et imprimantes de ce type pourraient se voir mises au rebut avant la fin de leur vie active, ce qui causerait des dommages inutiles à l'environnement.

De même que pour les courroies de transfert intermédiaire, les galets et courroies des modules fixateurs en résine PFA contiennent du SPFO pour la même raison. Le plus grand fabricant de ces modules signale qu'un additif utilisé pour produire ces modules contient 8×10^{-4} ppm de SPFO, utilisé à raison de 3µg/cm^2. Le volume de la production est de 300 000 modules par mois, d'où une consommation annuelle de SPFO inférieure à 3 g.

Par ailleurs, le SPFO est utilisé dans divers additifs, tels que les additifs graisseux pour les glissières mécaniques et les micromètres, en tant qu'élément d'un agent de gravure utilisé pour le placage dans la fabrication de composants électroniques, ainsi que pour un large éventail d'autres utilisations dans l'industrie électrique et électronique. Toutefois, en raison des très faibles concentrations en jeu et de la complexité de la chaîne d'approvisionnement, les utilisations dans ce domaine n'ont été connues que très récemment et doivent donc être étudiées plus avant.

On ignore quel serait l'impact, sur la performance des produits, du recours à des solutions de remplacement du SPFO.

2.3.9 Fabrication d'appâts pour la lutte contre les fourmis phyllophages à l'aide de dérivés du SPFO

Le sulfluramide (N-éthyl-1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-heptadécafluorooctane-1-sulfonamide (no. CAS 4151-50-2) est fabriqué à partir d'un dérivé du SPFO, le fluorure de 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-heptadécafluorooctane-1-sulfonyle (no. CAS 307-35-7). Le sulfluramide est le principe actif dans la fabrication des appâts à fourmis dans les formulations prêtes à l'emploi; il se décompose pour donner du SPFO. Au Brésil, la fabrication du sulfluramide atteindrait 30 tonnes métriques par an. Le sulfluramide est utilisé en concentration de 0,3 %, pour la fabrication d'environ 10 000 tonnes métriques d'appâts à fourmis par an. En 2006, environ 400 tonnes métriques d'appâts à fourmis (solution de sulfluramide à 0,3 %) ont été exportées vers 13 pays d'Amérique du Sud et d'Amérique centrale. Le sulfluramide ne peut être fabriqué sans recourir à des dérivés du SPFO. Puisque 10 % du sulfuramide se décompose en SPFO, son utilisation provoque des rejets directs de SPFO dans l'environnement.

Un grand nombre de méthodes (mécaniques, culturales, biologiques et chimiques), y compris différentes formulations, ont été étudiées pour la lutte contre les fourmis phyllophages. Les granulés sont la méthode la plus répandue pour lutter contre ces parasites. Ces granulés sont composés d'un mélange comportant un appât (qui est généralement de la pulpe d'orange et de l'huile végétale) et un principe actif (insecticide) enrobés dans des pastilles. Cette méthode présente d'importants avantages par rapport à d'autres. Elle est peu coûteuse et très efficace et comporte peu de risques pour les êtres humains et l'environnement, tant durant l'application qu'après, car elle n'attaque que le parasite ciblé. Ces granulés ne contiennent que de faibles concentrations de principes actifs et, pour les disperser, il n'y a pas besoin de matériel spécial. L'utilisation de ces granulés prêts à l'emploi devrait empêcher la contamination des êtres humains. Toutefois, le rejet de 30 tonnes de sulfluramide chaque année dans l'environnement entraînera, avec le temps, la décomposition d'une bonne partie de cette substance en SPFO.

Les principes actifs actuellement utilisés dans les pièges à fourmis sont le sulfluramide, le fipronil et le chlorpyrifos. Le fipronil et le chlorpyrifos sont plus toxiques pour les mammifères, les organismes aquatiques, les poissons et les abeilles. Des études comparées montrent que le chlorpyrifos et le fipronil sont des pièges moins efficaces. D'après les renseignements fournis par le Brésil au titre de l'Annexe F, dans la situation actuelle, le sulfluramide ne pourrait pas être remplacé efficacement dans ce pays par d'autres produits homologués et commercialisés aux mêmes fins. Dans l'Union européenne, on n'emploie pas de SPFO dans la fabrication de pesticides (RPA, 2004). Des pièges à fourmis contenant du S-méthoprène et du pyriproxifène sont homologués en Nouvelle-Zélande pour la lutte contre les fourmis exotiques par épandage aérien ou au sol (ERMANZ, 2007).

Les renseignements succincts dont on dispose sur l'exposition des travailleurs au SPFO durant la fabrication des appâts au sulfuramide montrent que ceux-ci sont peu exposés. Aucune information n'a été communiquée sur l'exposition de la communauté ou de l'environnement qui pourrait résulter de l'utilisation d'appâts au sulfluramide.

C. Utilisations pour lesquelles des solutions de remplacement sont disponibles dans les pays développés

Pour les utilisations suivantes, répandues au Canada, aux Etats-Unis et dans l'Union européenne, il existe des solutions de remplacement déjà mises en œuvre : mousses anti-incendie; cuir/habillement; textiles/capitonnage; papier et emballages; revêtements et additifs pour revêtements; produits de nettoyage industriels et domestiques; pesticides et insecticides.

Aucune information n'a été fournie sur l'exposition des travailleurs au SPFO durant la fabrication des appâts au sulfluramide, ni sur l'exposition potentielle de la communauté et de l'environnement qui pourrait résulter de l'utilisation de ces appâts.

2.4 Résumé des informations concernant l'impact sociétal d'une mise en œuvre des mesures de réglementation possibles

2.4.1 Santé publique, hygiène du milieu et bien-être des travailleurs

Un impact positif sur la santé des personnes et l'environnement peut être attendu d'une réduction globale, voire d'une élimination, du SPFO. La mise en place de mesures de réglementation pour les utilisations du SPFO pour lesquelles il n'existe pas encore de solutions de remplacement aurait également un effet positif sur la santé et l'environnement, en particulier en ce qui concerne la toxicité pour le système reproductif et les taux sanguins.

L'impact majeur concernera probablement les groupes vulnérables tels que les femmes enceintes, les embryons et les nouveau-nés. Les populations autochtones de l'Arctique y auront également tout à gagner, vu qu'elles dépendent de la nourriture qu'elles trouvent sur place, ce qui les expose à des risques beaucoup plus élevés d'exposition au SPFO que d'autres communautés, vu la contamination généralisée de la chaîne alimentaire par le SPFO sur le continent Arctique. Les risques particuliers que posent les polluants organiques persistants pour les écosystèmes et les communautés autochtones de l'Arctique sont reconnus dans le préambule de la Convention.

Faute de gérer la production et l'utilisation du SPFO, les concentrations dans l'environnement augmenteront forcément, y compris chez l'être humain et l'animal, même dans des endroits éloignés des foyers de production et d'utilisation. Selon les milieux industriels, toutefois, aucun impact négatif ne serait à prévoir du petit nombre d'utilisations critiques qui se poursuivent, notamment dans l'industrie photographique et dans l'industrie des semi-conducteurs.

2.4.2 Agriculture, aquaculture et foresterie

L'élimination brutale du SPFO au Brésil pourrait être néfaste à l'agriculture de ce pays en entravant la fabrication d'appâts pour fourmis au sulfluramide pour la lutte contre les fourmis phyllophages dans les exploitations agricoles ou forestières. On pourrait prévoir une dérogation spécifique pour continuer d'autoriser l'utilisation du SPFO dans la fabrication d'appâts pour fourmis au sulfluramide jusqu'à ce qu'un programme d'élimination échelonné ait été mis en place.

2.4.3 Biotes (biodiversité)

Le SPFO possédant des propriétés persistantes, bioccumulatives et toxiques, comme prouvé dans le cadre du Protocole relatif aux polluants organiques persistants à la Convention sur la pollution transfrontière à longue distance et dans le cadre de la Convention de Stockholm, on peut attendre un impact positif sur les biotes d'une interdiction ou d'une restriction de cette substance.

Selon la littérature scientifique, aux niveaux d'exposition actuelle, le SPFO pourrait être nocif pour certains organismes de la faune sauvage (ours polaire, oiseaux ichthyophages), y compris ceux que l'on rencontre dans des zones reculées telles que l'Arctique canadien. Les effets de cette exposition comprennent une inhibition de la croissance chez les oiseaux et les invertébrés aquatiques; des effets sur le foi et la tyroïde chez les mammifères; une mortalité chez les poissons (US EPA OPPT AR226-0097; OCDE 2002) et chez les invertébrés d'eau salée (US EPA OPPT AR226-0101); et des modifications de la biodiversité (Boudreau *et al*. 2003a, Sanderson *et al*. 2002) (Canada, 2007).

Bien que les données recueillies en 2005 à partir d'échantillons d'ours polaire et de phoque annelé montrent les premières baisses de concentration depuis la réduction de la production dans le monde entier en 2000, davantage de données d'échantillons doivent être rassemblées dans les années à venir avant que l'on puisse confirmer que les réductions observées sont effectivement le signe d'une tendance à la baisse des concentrations de SPFO à long terme (Canada, 2007).

2.4.4 Aspects économiques et répartition des coûts-bénéfices entre fabricants et consommateurs

Les économies qui résulteraient de la réglementation proposée par le Canada (interdiction de la fabrication, de la commercialisation et de l'utilisation du SPFO et des substances apparentées) permettraient, en évitant des dépenses afférentes à l'approvisionnement en eau, de réaliser en moyenne 0,49 million de dollars par an de bénéfices nets. On admet toutefois que ces bénéfices sont incertains; néanmoins, on peut se servir de cette approximation pour évaluer les bénéfices qui résulteraient de la réglementation proposée. Le bénéfice total pour les Canadiens est évalué à 5,57 millions de dollars (Canada, 2006). On reconnaît toutefois que ce bénéfice est aléatoire et qu'une partie

seulement a été monétisée. Aucun autre pays n'a communiqué des données aux fins de l'évaluation de la gestion des risques.

Photographie

D'après cette industrie, une restriction qui frapperait les utilisations du SPFO et des substances apparentées qui subsistent aurait un impact grave sur la capacité de l'industrie photographique à livrer un certain nombre de produits fabriqués à l'aide des procédés actuels, notamment les produits médicaux pour diagnostic, les rayons X à usage industriel (pour les essais non destructifs), l'impression graphique (masques d'impression). En outre, ces restrictions imposeraient des dépenses importantes non seulement aux fabricants de produits photographiques, en exigeant des investissements considérables dans la recherche-développement, mais également aux usagers, en les contraignant à remplacer leurs systèmes actuels par de nouveaux systèmes, en particulier des systèmes numériques.

Photorésines et semi-conducteurs

En 2005, les ventes globales se sont élevées à 228 milliards de dollars, et les estimations initiales pour 2006 prévoient des ventes supérieures à 260 milliards de dollars. L'industrie des semi-conducteurs emploie 226 000 personnes aux Etats-Unis et 87 000 en Europe. L'emploi global dans cette industrie était d'environ 500 000 en 2003, chiffre qui a certainement augmenté depuis lors.

Toutefois, l'industrie des semi-conducteurs estime que l'application de mesures de réglementation qui empêcheraient l'utilisation du SPFO pour les applications critiques dans la fabrication des semi-conducteurs aurait pour effet de mettre fin pendant longtemps à la fabrication de semi-conducteurs en grande quantité. Selon l'industrie des semi-conducteurs, de telles mesures auraient des effets drastiques sur l'économie mondiale.

Placage du métal

Le coût d'une ventilation avec extraction améliorée, qui est la solution recommandée pour remplacer les suppresseurs de buée à base de SPFO, s'établirait à 3 400 euros par an pour chaque unité de production, avec une période d'investissement de 15 ans dans l'Union européenne (RPA, 2004). A supposer qu'il existe quelques centaines d'unités en Union européenne, le coût total serait de 1 à 2 millions d'euros. Au Japon, le coût serait d'environ 40 000 dollars pour chaque bain de 1 000 litres, ce qui toucherait 1 000 entreprises spécialisées dans le placage du métal, qui sont essentiellement des PME (Japon, 2007). Selon les calculs faits au Canada, le coût de la réduction serait de 46 dollars par kilogramme de SPFO réduit.

Mousses anti-incendie

Pour l'Union européenne, le coût du remplacement et de la destruction de ces mousses est évalué à 6 000 euros par tonne. Les stocks de l'Union européenne sont de 122 tonnes (RPA, 2004). Selon les calculs du RPA, le coût de la réduction est de 6 euros par kilogramme de SPFO. Lorsque les mousses auront été remplacées, le coût de la destruction sera ramené à 1 euro par kilogramme. Sur la base des calculs réalisés au Canada, le coût de la réduction est de 226 dollars par kilogramme de SPFO. Au Japon, le coût de l'incinération des mousses anti-incendie contenant du SPFO est évalué à environ 1 000 dollars par tonne, vu que la capacité d'incinération est limitée. Il est donc difficile d'évaluer le temps qu'il faudra pour détruire ces mousses (Japon, 2007).

Appareils médicaux

D'après le document soumis par le Japon, au moins 7 500 cathéters pour l'angiographie et 48 millions de cathéters à aiguille interne sont fabriqués chaque année au Japon, pour lesquels du SPFO est nécessaire car faisant partie du procédé de fabrication. Actuellement, aucune solution de remplacement pour ces appareils médicaux n'a été trouvée au Japon. Pour trouver des solutions de remplacement appropriées, les fabricants d'appareils médicaux devront réaliser de nombreuses études, qui s'échelonneront sur plusieurs années et qui porteront sur différents domaines tels que la faisabilité, l'étanchéité, la sécurité; ces solutions devront être approuvées par les autorités réglementaires. Par conséquent, il est très difficile à ce stade de prévoir quand des solutions de remplacement deviendront disponibles et prêtes à l'utilisation.

Comparaison des coûts

Des calculs rudimentaires effectués sur la base des données et estimations existantes indiquent que les coûts de réduction des substances apparentées au SPFO peuvent varier considérablement. Le coût par kilogramme est évalué à 25 millions de dollars (18,6 millions d'euros) pour la photographie; 0,7 million de dollars (0,52 million d'euros) pour les semi-conducteurs, 184 dollars (137 euros) pour la destruction des mousses anti-incendie et 46 dollars (40 euros) pour le placage du métal. L'absence de données rend impossible le calcul d'estimations analogues pour les masqueurs, les fluides hydrauliques utilisés dans l'aviation, les appareils médicaux, les composants électriques et électroniques, et les pièges à fourmis. Le coût pour ces utilisations se situe sans doute entre le coût des deux utilisations les plus coûteuses à réduire et le coût des deux utilisations les moins coûteuses à réduire.

2.4.5 Développement durable

Les propriétés persistantes, bioaccumulatives et toxiques du SPFO ainsi que son potentiel de transport à longue distance dans l'environnement ont été démontrés tant dans le cadre du Protocole relatif aux polluants organiques persistants à la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance que dans le descriptif des risques établi par le Comité d'étude des polluants organiques persistants de la Convention de Stockholm. En conséquence, un impact positif sur le développement durable est à escompter d'une restriction, voire d'une élimination, de cette substance.

2.4.6 Autres impacts

Bien que le SPFO ne soit plus guère utilisé pour la fabrication des mousses anti-incendie, il subsiste des stocks d'environ 122 tonnes dans l'Union européenne (Allemagne, 2007).

Les stocks de mousse à formation de pellicule aqueuse (AFFF) à base de SPFO continuent d'être écoulés aux Etats-Unis, même si aucune nouvelle mousse de ce type n'est plus guère fabriquée ni importée sur le territoire américain. La Coalition pour les mousses anti-incendie, qui est un groupement d'intérêts industriels, évaluait en 2004 les stocks d'AFFF contenant du fluor aux Etats-Unis à environ 40 millions de litres de concentré, dont environ 18,6 millions de litres de concentré à 3 % et 6 %, et 21,4 millions de litres de matières à base de télomères.

L'utilisation généralisée du SPFO dans les produits destinés aux consommateurs a des incidences sur l'élimination des déchets municipaux, et aussi sur la constitution de stocks. L'inscription du SPFO à l'Annexe A ou B soumettrait les déchets, produits ou articles contenant de cette substance à l'article 6 de la Convention de Stockholm, selon lequel les déchets doivent être éliminés d'une manière sûre, efficace et écologiquement rationnelle. La gestion et l'élimination des déchets de SPFO pourraient s'avérer problématique pour les pays en développement, ce pourquoi une assistance technique et financière à l'appui de cette tâche devrait être envisagée. De plus, ces pays pourraient aussi avoir besoin d'une assistance technique et financière pour mettre au point des solutions de remplacement ou adopter des solutions existantes.

2.5 Autres considérations

2.5.1 Accès à l'information et éducation du public

Pour en savoir plus sur les innovations industrielles en matière de solutions de remplacement du SPFO, on consultera utilement les sites suivants :

SIA: http://www.sia-online.org/home.cfm

EECA-ESIA: http://www.eeca.org/esia.htm

SEMI: http://www.semi.org/

(Semi-conducteurs)

Pour connaître les règlements applicables à ces substances chimiques aux Etats-Unis, et pour connaître le point de vue de l'industrie, on peut consulter en ligne les archives de l'Agence pour la protection de l'environnement des Etats-Unis (U.S. EPA), en particulier le compte rendu des débats visant l'adoption de nouveaux règlements. Pour tout renseignement sur les comptes rendus des débats et sur les archives, on peut visiter le site de l'U.S EPA à l'adresse suivante : http://www.epa.gov/opptintr/pfoa/pubs/related.htm.

Des renseignements supplémentaires sur le SPFO et les composés perfluorés connexes sont à la disposition du public dans une base de données non réglementaires tenue à jour par le Bureau des archives de l'U.S. EPA (Dossier administratif AR-226). L'AR-226 n'est pas disponible en ligne; toutefois, un index renvoyant aux documents pertinents peut être demandé par courriel à l'adresse suivante : oppt.ncic@epa.gov. Les documents de l'AR-226 sont disponibles sur CD-ROM (USA, 2007).

Les futurs besoins d'accès à l'information et d'éducation du public ne sont pas connus à ce stade.

2.5.2 Données de contrôle et de surveillance

Les associations mondiales des industries de semi-conducteurs rassemblent et publient, tous les deux ans, des données industrielles agrégées pour faire état, dans la transparence, des progrès réalisés par les entreprises membres de ces associations, dans les domaines suivants :

a) Résultats des évaluations de l'épuration des eaux usées contenant du SPFO, avec données quantifiées;

b) Description des activités actuelles de recherche-développement et des conclusions à en tirer, y compris les résultats de la collaboration avec les fournisseurs de matériels et de produits chimiques;

c) Calendriers d'élimination prévus par les industries, pour les utilisations critiques et pour les utilisations non critiques dans la fabrication des semi-conducteurs;

d) Résultats d'un modèle du bilan global du SPFO (SIA, 2007).

3. Synthèse des informations

3.1 Résumé des informations figurant dans le descriptif des risques

Le sulfonate de perfluorooctane (SPFO) est un anion entièrement fluoré, qui est généralement utilisé sous forme de sel dans certaines applications ou incorporé dans de plus grands polymères. Du fait de ses propriétés tensio-actives, il est depuis longtemps utilisé dans une large gamme d'applications, notamment les mousses extinctrices, et pour assurer la résistance à l'huile, à l'eau, à la graisse et aux salissures. Le SPFO peut être formé par décomposition à partir d'un large groupe de substances apparentées, appelées précurseurs (voir définition à la section 1.1.2). Les quantités de différents dérivés de SPFO varient considérablement, de moins d'une tonne à plusieurs centaines de tonnes.

Le SPFO et les substances apparentées peuvent être rejetés dans l'environnement durant la fabrication, les applications industrielles, la consommation, et l'élimination des produits chimiques ou d'autres produits ou articles en contenant, après leur utilisation.

Le rythme et l'ampleur de la formation de SPFO à partir des substances chimiques apparentées sont pour ainsi dire inconnus et varient selon les substances. L'absence de données rend très difficile l'estimation de la contribution nette de la transformation de chacune des substances apparentées aux concentrations environnementales de SPFO. Cependant, compte tenu de son extrême stabilité, le SPFO est vraisemblablement le produit de décomposition final de toutes ces substances.

Le SPFO est extrêmement persistant. Il n'a montré aucune dégradation dans les tests d'hydrolyse, de photolyse ou de biodégradation dans toutes les conditions environnementales testées. La seule condition connue où le SPFO peut se dégrader est l'incinération à haute température dans des conditions contrôlées.

Pour ce qui est du potentiel de bioaccumulation, le SPFO répond aux critères de l'Annexe D, étant donné que des concentrations très élevées ont été constatées dans les prédateurs des niveaux trophiques supérieurs, comme l'ours blanc, le phoque, l'aigle chauve et le vison. Les fortes concentrations de SPFO trouvées dans les animaux arctiques, loin des sources anthropiques, sont les plus notables. Du SPFO a été décelé dans les biotes et les prédateurs des niveaux trophiques supérieurs, comme les poissons, les oiseaux ichthyophages, les visons et les biotes arctiques. En outre, on a constaté une accumulation de SPFO plus forte chez les espèces prédatrices, comme les aigles, que chez les oiseaux des niveaux trophiques inférieurs. Même avec les réductions de la production de SPFO par les principaux fabricants, la faune sauvage, notamment les oiseaux, pourrait continuer à être exposée à des substances persistantes et bioaccumulatives comme le SPFO.

D'après les données disponibles, le SPFO satisfait au critère relatif au potentiel de propagation à longue distance. Les études de surveillance ont en effet fait apparaître un niveau très élevé de SPFO dans diverses parties de l'hémisphère Nord. Il est particulièrement présent aussi dans le biote arctique, loin des sources anthropiques. Le SPFO satisfait également au critère spécifique concernant la demi-vie atmosphérique.

Le SPFO satisfait aux critères pour ce qui est des effets nocifs. Il a fait la preuve de sa toxicité à l'égard des mammifères dans des études à doses répétées avec une exposition sous-chronique et de faibles concentrations, ainsi que de sa toxicité en matière de reproduction pour le rat, la mortalité des petits intervenant peu après la naissance. Le SPFO est toxique pour les organismes aquatiques; la crevette mysidacée et le moucheron aquatique (*Chironomus tentants)* sont les organismes les plus sensibles.

Aux Etats-Unis, l'arrêt volontaire de la production de SPFO par le principal producteur, accompagné par des règlements fédéraux, a permis de réduire l'utilisation des substances apparentées au SPFO. Toutefois, on peut supposer que ces substances continuent d'être produites dans certains pays et qu'elles continuent d'être utilisées dans un grand nombre d'entre eux. Etant donné les propriétés inhérentes au SPFO ainsi que de la mise en évidence de concentrations environnementales effectives ou potentielles pouvant dépasser les niveaux d'effets pour certains biotes des niveaux trophiques supérieurs, comme les oiseaux ichthyophages et les mammifères; compte tenu de la présence généralisée de SPFO dans les biotes, y compris dans des zones reculées; et eu égard au fait que les précurseurs du SPFO peuvent contribuer à la présence globale de SPFO dans l'environnement, il est conclu que le SPFO risque, compte tenu de son transport sur de longues distances dans l'environnement, d'avoir d'importants effets nocifs sur l'environnement et la santé humaine, justifiant une action mondiale.

3.2 Mesures proposées pour la gestion des risques

Conformément à l'article premier de la Convention, le SPFO devrait être géré dans le but de protéger la santé humaine et l'environnement, eu égard à ses propriétés de polluant organique persistant. Il faut également tenir compte de la possibilité que toutes les substances apparentées au SPFO peuvent se décomposer en SPFO et contribuer ainsi à la charge environnementale totale.

L'inscription de l'acide de SPFO, de ses sels et du fluorure de SPFO à la Convention permettrait de traiter de divers aspects du cycle de vie de cette substance (fabrication, utilisation, importation et exportation) et aussi de prescrire des mesures visant à en réduire les émissions, comme par exemple les meilleures techniques disponibles et les meilleures pratiques environnementales ou autres, en vue d'en réduire les rejets et, à terme, de les éliminer totalement.

L'inscription à la Convention du SPFO et/ou des substances apparentées permettrait également de soumettre ces substances aux dispositions de l'article 6 relatives aux stocks et aux déchets.

Vu la complexité de la question et le grand nombre des substances apparentées au SPFO susceptibles de contribuer à la charge totale de SPFO dans l'environnement, les possibilités d'inscription à la Convention sont variées. La proposition initiale de la Suède portait sur 96 substances en plus de l'anion du sulfonate de perfluorooctane. L'anion lui-même ne devrait pas être inscrit, puisqu'il n'apparaît jamais isolément mais toujours accompagné d'un cation. A sa première réunion, le Comité a convenu que la proposition incluait l'anion, l'acide et ses sels. Une option consisterait donc à inscrire l'acide et ses sels. Cette inscription reposerait sur l'hypothèse raisonnable selon laquelle tous les sels sont ionisés et se décomposent dans l'environnement pour libérer l'anion. Même pour les sels très insolubles, il y aurait une concentration à l'équilibre d'anions libres de SPFO qui pourraient s'attacher à des cations plus solubles et être disponibles pour les biotes. Compte tenu de l'extrême persistance du SPFO, on peut estimer que tous les sels seraient décomposés en SPFO dans un laps de temps tel qu'ils contribueraient à la charge totale de SPFO dans l'environnement.

La plupart du SPFO présent dans la technosphère apparaît sous forme de dérivés de SPFO. On pourrait arguer, là encore, que vu l'extrême persistance du SPFO, toutes les substances apparentées sont susceptibles de se décomposer en SPFO dans un laps de temps tel qu'elles contribuent à la charge totale de SPFO dans l'environnement. Ce raisonnement est appuyé par des considérations physiques et chimiques et des données de modélisation. En revanche, on ne dispose que de données expérimentales limitées pour confirmer ce raisonnement et il faudrait beaucoup de temps et de ressources pour obtenir des preuves expérimentales à l'appui de l'hypothèse selon laquelle tout dérivé de SPFO finit par se décomposer pour contribuer à la charge totale de SPFO dans l'environnement.

L'une des 96 substances incluses dans la proposition de la Suède, le fluorure de 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-heptadécafluorooctane-1-sulfonyle (no. CAS : 307-35-7), est prédominant dans la fabrication des dérivés de SPFO (Lehmler, 2005). C'est la matière première la plus couramment utilisée pour réaliser la synthèse de différents types de substances apparentées au SPFO actuellement utilisées. La probabilité que cette substance se décompose en SPFO est suffisamment élevée pour qu'il soit absolument certain qu'elle est susceptible de contribuer à la charge totale de SPFO dans l'environnement. Il est donc clair que le fluorure de SPFO est un précurseur du SPFO dans l'environnement. Par conséquent, en réglementant et/ou en inscrivant le SPFO et le fluorure de SPFO ainsi que l'acide de SPFO et ses sels, tous les dérivés possibles du SPFO seraient couverts. Une telle inscription serait donc très efficace pour réduire tous les rejets de SPFO dans l'environnement.

L'inscription de l'acide de SPFO, de ses sels et du fluorure de SPFO à l'Annexe A de la Convention permettrait d'en interdire la fabrication, l'utilisation, l'importation et l'exportation (sauf comme autorisé par la Convention, en vue d'une élimination écologiquement rationnelle). Cette mesure pourrait s'accompagner de dérogations précises spécifiant les délais à respecter pour une élimination, à terme, de la fabrication et de l'utilisation définitive de cette substance. Cette inscription pourrait également s'accompagner de l'ajout d'une Partie III à l'Annexe A qui décrirait plus en détail les utilisations critiques du SPFO et des substances apparentées, en indiquant les conditions applicables à leur fabrication et leur utilisation, avec indication des délais à respecter.

L'inscription de l'acide de SPFO, de ses sels et du fluorure de SPFO à l'Annexe B de la Convention permettrait d'en interdire la fabrication, l'utilisation, l'importation et l'exportation, sauf dérogation spécifique ou dérogation à des fins acceptables spécifiées, telles que celles mentionnées ci-dessus pour lesquelles il n'existe à présent aucune solution de remplacement disponible. Cette inscription pourrait s'accompagner de l'ajout d'une Partie III à l'Annexe B qui décrirait plus en détail les utilisations critiques du PFO et des substances apparentées, en indiquant les conditions applicables à leur utilisation, y compris des délais de réexamen et de révision, selon qu'il convient.

Mesures de réglementation proposées pour le SPFO :

1. Le SPFO pourrait être inscrit à l'Annexe A, avec ou sans dérogations spécifiques, et accompagné d'une nouvelle Partie III à l'Annexe A qui indiquerait, pour chaque groupe de substances (l'acide de SPFO, ses sels et le fluorure de SPFO), ou pour chaque utilisation de ces substances, les mesures détaillées à prendre.

2. Le SPFO pourrait être inscrit à l'Annexe B, avec dérogations spécifiques ou dérogations à des fins acceptables spécifiées, et accompagné d'une nouvelle Partie III à l'Annexe B qui indiquerait, pour chaque groupe de substances (l'acide de SPFO, ses sels et le fluorure de SPFO), ou pour chaque utilisation de ces substances, les mesures détaillées à prendre.

Ces différentes options sont étudiées de plus près ci-dessous.

Option 1. Inscription de l'acide de SPFO, de ses sels et du fluorure de SPFO à l'Annexe A

L'inscription de l'acide de SPFO, de ses sels et du fluorure de SPFO à l'Annexe A serait justifiée vu les propriétés de polluant organique persistant de cette substance, produite intentionnellement. Cette inscription adresserait un message clair, à savoir qu'il faut cesser de produire et utiliser cette substance. Toutefois, cette inscription pourrait avoir des incidences sur les pays qui se joindraient à cette mesure, du fait qu'il subsiste certaines utilisations courantes pour lesquelles aucune solution de remplacement n'a été mise au point.

Pour autoriser l'utilisation de l'acide de SPFO, de ses sels et du fluorure de SPFO pour certaines applications critiques, une dérogation autorisant leur production et leur utilisation pourrait être accordée et libellée, par exemple, comme suit : « comme nécessaire pour produire d'autres substances chimiques à utiliser seulement conformément à la Partie III de la présente Annexe ». Il pourrait toutefois s'avérer difficile d'accorder et d'appliquer des dérogations pour certaines utilisations critiques pour lesquelles il n'existe pas de solutions de replacement, compte tenu du délai général de 5 ans qui a été prévu.

Cette option pourrait être exercée par toutes les Parties, auquel cas celles-ci n'auraient pas besoin d'enregistrer la dérogation. Ceci impliquerait également que toute restriction de temps apparaîtrait dans la nouvelle Partie III de l'Annexe A. Cependant, les informations communiquées indiquent que, pour certaines utilisations, il pourrait s'avérer difficile de donner dès à présent une indication de temps.

Option 2. Inscription de l'acide de SPFO, de ses sels et du fluorure de SPFO à l'Annexe B

L'inscription de l'acide de SPFO, de ses sels et du fluorure de SPFO à l'Annexe B serait justifiée vu les propriétés de polluant organique persistant de cette substance, produite intentionnellement. Ceci permettrait d'accorder certaines dérogations spécifiques ou dérogations à des fins acceptables spécifiées, vu les incertitudes qui planent sur la possibilité de disposer de solutions de remplacement pour plusieurs utilisations critiques au cours des cinq à dix prochaines années.

Pour autoriser l'utilisation de substances apparentées au SPFO pour des applications critiques, une raison acceptable de produire de l'acide de SPFO, ou des sels ou du fluorure de SPFO, pourrait être donnée et pourrait être libellée comme suit : « comme nécessaire pour produire d'autres substances chimiques à utiliser seulement conformément à la Partie III de la présente Annexe ».

Conclusions

En dernière analyse, le choix entre l'Annexe A et l'Annexe B est une décision d'ordre politique. Il n'y a pas, en effet, de motifs techniques privilégiant l'inscription à l'une plutôt qu'à l'autre de ces annexes. Quelle que soit l'annexe choisie, elle pourra être ajustée en vue de spécifier les mesures de contrôle appropriées. Certaines considérations à ce sujet sont présentées ci-dessous.

Eléments d'une stratégie de réduction des risques

Pour les utilisations ci-après, encore courantes aux Etats-Unis, au Canada et dans l'Union européenne, des solutions de remplacement sont disponibles et déjà exploitées : mousses anti-incendie; tapis; cuir/habillement; textiles/capitonnage; papier et emballage; revêtements et additifs pour revêtements; produits de nettoyage industriels et domestiques; pesticides et insecticides.

Il ressort cependant des renseignements fournis au Comité que des solutions de remplacement ne sont pas toujours disponibles pour certaines utilisations spécifiques. Par conséquent, il faudra prévoir des dérogations pour utilisations critiques dans les prochaines années. On pourrait, en se fondant, d'une part, sur la probabilité de solutions de remplacement pour ces utilisations et, d'autre part, sur le laps de temps que prendrait l'introduction de ces solutions de remplacement, prévoir des dérogations spécifiques et/ou des dérogations à des fins acceptables afin d'autoriser la production nécessaire pour fabriquer d'autres substances chimiques, uniquement pour les utilisations énumérées ci-dessous, et à l'exception de la production d'acide de SPFO, de ses sels et du fluorure de SPFO comme intermédiaires de synthèse pour fabriquer d'autres substances pour ces utilisations. On pourrait aussi prévoir des dérogations spécifiques ou des dérogations à des fins acceptables pour des utilisations pour lesquelles il pourrait exister des solutions de remplacement. Sur la base de l'évaluation de la gestion des risques, les utilisations critiques pourraient être les suivantes : photorésines ou revêtements anti réflecteurs pour les procédés utilisés en photolithographie; masqueurs; photographie; fluides hydrauliques pour l'aviation; et certains appareils médicaux. D'autres utilisations pour lesquelles des solutions de remplacement pourraient devenir disponibles sont : les appâts pour la lutte contre les fourmis phyllophages; le plaquage métallique; les mousses anti-incendie; les composants électriques et électroniques. Les conditions d'utilisation des substances apparentées au SPFO pourraient être décrites plus en détail dans une nouvelle Partie III qui serait ajoutée soit à l'Annexe A, soit à l'Annexe B. Les éléments de cette Partie III pourraient être les suivants :

- Que chaque Partie doive, en vue d'éliminer définitivement l'utilisation de la substance considérée pour les utilisations critiques visées, prendre les mesures qui s'imposent conformément aux priorités fixées, et notamment :

- Que chaque Partie élimine en priorité les utilisations pour lesquelles il existe des solutions de remplacement qui exigeraient cependant du temps pour être adoptées, à savoir pour les utilisations suivantes : plaquage métallique; mousses anti-incendie; composants électriques et électroniques; appâts pour la lutte contre les fourmis phyllophages;

- Que chaque Partie utilisant la substance considérée élabore et mette en œuvre un plan d'action dans le cadre du plan de mise en œuvre prévu à l'article 7, qui pourrait comporter la mise en place de mécanismes réglementaires ou autres pour veiller à ce que l'utilisation de la substance considérée soit restreinte aux dérogations spécifiques énumérées ci-dessus et pour veiller à ce que soient adoptés des produits, procédés ou stratégies de remplacement pour toutes les utilisations faisant l'objet de dérogations;

- Que chaque Partie utilisant la substance considérée présente tous les cinq ans un rapport d'activité sur son élimination et qu'elle le soumette à la Conférence des Parties en vertu de l'article 15;

- La Conférence des Parties pourrait examiner le rapport susmentionné lorsqu'elle examine les progrès accomplis en vue d'éliminer la substance considérée, tous les cinq ans;

- La Conférence des Parties pourrait également, dès que de nouvelles informations sur des produits ou techniques de remplacement plus surs deviennent disponibles, revoi les dérogations spécifiques ou les dérogations à des fins acceptables pour veiller à ce que les utilisations de la substance considérée soient éliminées dès que possible, à mesure que des solutions de remplacement plus sures et techniquement et économiquement faisables deviennent disponibles;

- Les Parties pourraient, dans la mesure de leurs capacités, promouvoir la recherche-développement de solutions et de méthodes et stratégies, chimiques ou non chimiques, au bénéfice des Parties utilisant la substance considérée;

- Les Parties qui utilisent la substance considérée pourraient être priées de tenir compte, selon qu'il convient, des dispositions pertinentes des Directives générales sur les meilleures techniques disponibles et les meilleures pratiques environnementales (BAT et BEP présentées dans la Partie V de l'Annexe C).

Il faudrait également distinguer les utilisations qui présentent un risque de large dispersion dans l'environnement de celles qui ne présentent pas ce risque.

4. Conclusion générale

Conformément au paragraphe 9 de l'article 8 de la Convention, le Comité recommande à la Conférence des Parties à la Convention de Stockholm d'envisager d'inscrire l'acide sulfonique de perfluorooctane (no. CAS : 1763-23-1), ses sels et le fluorure de 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-heptadécafluorooctane-1-sulfonyle (no. CAS : 307-35-7) à l'Annexe A ou B en spécifiant les mesures à prendre, comme indiqué ci-dessus.

Références

Boudreau, T.M., C.J. Wilson, W.J. Cheong, P.K. Sibley, S.A. Mabury, D.C.G. Muir and K.R. Solomon (2003) Response of the zooplankton community and environmental fate of perfluorooctane sulfonic acid in aquatic microcosms. Environ. Toxicol. Chem. 22: 2739–2745.

Brazil (2007) Submission to the Stockholm Secretariat.

Canada (2006) Perfluorooctane Sulfonate and its Salts and Certain Other Compounds Regulations. Canada Gazette, Vol. 140, No. 50, December 16, 2006.

Canada (2007) Submission to the Stockholm Secretariat.

Dimitrov et al. (2004).

Environmental Risk Management Authority of New Zeland (ERMANZ) (2007), Decision 2007-11-11.

ESIA (2007) Submission to the Stockholm Secretariat.

European Union (2006), EU Directive 2006/122/EC.

Germany (2007) Submission to the Stockholm Secretariat.

Japan (2007), Submission to the Stockholm Secretariat.

JSIA (2007), Submission to the Stockholm Secretariat.

Lehmler, H-J, (2005), Synthesis of environmentally relevant fluorinated surfactants – a review Chemosphere, 58, 1471-1946.

OECD (2002) Co-operation on Existing Chemicals - Hazard Assessment of Perfluorooctane Sulfonate and its Salts, Environment Directorate Joint Meeting of the Chemicals Committe and the Working Party on Chemicals, Pesticides and Biothechnology, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, 21 November 2002.

OECD 2002. Hazard assessment of perfluorooctane sulfonate (PFOS) and its salts. ENV/JM/RD (2002)17/FINAL, November 21, Paris. 362 pp.

RPA (2004) RPA & BRE, Risk & Policy Analysts Limited in association with BRE Environment, Perfluorooctane Sufonate – Risk reduction strategy and analysis of advantages and drawbacks, Final Report prepared for Department for Environment, Food and Rural Affairs and the Environment Agency for England and Wales.

Sanderson, H., T.M. Boudreau, S.A. Mabury, W. Cheong and K.R. Solomon (2002) Ecological impact and environmental fate of perfluorooctane sulfonate on the zooplankton community in indoor microcosms. Environ. Toxicol. Chem. 21: 1490–1496.

SIA (2007) Submission to the Stockholm Secretariat

Switzerland (2007) Submission to the Stockholm Secretariat

US EPA OPPT AR226-0097 (2000) 3M submission dated 4/26/00. PFOS: an early life-stage toxicity test with the fathead minnow (*Pimephales promelas*), with protocol.

US EPA OPPT AR226-0101 (2000) 3M submission dated 4/26/00. PFOS: a flow-through life cycle toxicity test with the saltwater mysid (*Mysidopsis bahia*), with protocol.

USA (2007) Submission to the Stockholm Secretariat.