

RAPPORT

Production, utilisation et commerce des POP nouvellement inscrits sur la liste de la Convention de Stockholm 2009-2022

GGKP, 2024



CLAUDE DE NON-RESPONSABILITÉ

Les résultats, interprétations et conclusions exprimés dans ce document ne reflètent pas nécessairement les opinions du Fonds pour l'environnement mondial (FEM), du Green Growth Knowledge Partnership (GGKP), du Secrétariat de la Convention de Stockholm, des parties prenantes du projet ou des pays concernés par le projet.

En cas d'incohérence ou de conflit entre les informations contenues dans ce matériel non-contraignant et la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (POP), le texte de la Convention prévaut, en tenant compte du fait que l'interprétation de la Convention de Stockholm reste la prérogative des Parties.

Bien que des efforts raisonnables aient été faits pour s'assurer que le contenu de cette publication soit factuellement correct et correctement référencé, le FEM, le GGKP et les contributeurs individuels n'acceptent pas la responsabilité de l'exactitude ou de l'exhaustivité du contenu et ne peuvent être tenus responsables de toute perte ou dommage qui pourrait être occasionné, directement ou indirectement, par l'utilisation ou la confiance accordée au contenu de cette publication.

Cette version en français a été traduite par GGKP avec l'assistance d'une traductrice professionnelle (Gennike Mayers). Bien que tous les efforts aient été faits pour assurer l'exactitude de la traduction, en cas de divergences ou d'incohérences, la version originale en anglais (GGKP (2024). *Production, use and trade of POPs newly listed in the Stockholm Convention 2009 to 2022*. Geneva : Green Growth Knowledge Partnership) prévaudra sur toutes ses versions traduites.

Citation recommandée : GGKP (2024). Production, utilisation et commerce des POP nouvellement inscrits sur la liste de la Convention de Stockholm 2009-2022. Genève : Green Growth Knowledge Partnership. Cette citation garantit une reconnaissance et une attribution appropriées conformément aux normes applicables.

REMERCIEMENTS

Ce rapport a été élaboré dans le cadre du projet GEF ID 10785 intitulé « Global Development, Review and Update of National Implementation Plans (NIPs) under the Stockholm Convention (SC) on Persistent Organic Pollutants (POPs) » et financé par le Fonds pour l'environnement mondial (FEM).

Ce rapport a été rédigé par Roland Weber, consultant international spécialisé dans les polluants organiques persistants (POP) et les plans nationaux de mise en œuvre pour la réduction et le contrôle des POP, avec des contributions substantielles du Service des produits chimiques et de la santé du Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE). Le Green Growth Knowledge Partnership (GGKP) a facilité la conception, la mise en page et la diffusion de ce rapport, garantissant son accessibilité et son alignement sur les objectifs mondiaux de partage des connaissances.

Le FEM est une famille de fonds dédiés à la lutte contre la perte de biodiversité, le changement climatique, la pollution et les atteintes à la santé des terres et des océans. Ses subventions, ses financements mixtes et son soutien aux politiques aident les pays en développement à faire face à leurs principales priorités environnementales et à adhérer aux conventions internationales sur l'environnement. Au cours des trois dernières décennies, le FEM a fourni plus de 23 milliards de dollars et mobilisé 129 milliards de dollars de cofinancement pour plus de 5 000 projets nationaux et régionaux.

Le GGKP est une communauté mondiale d'organisations et d'experts qui s'engagent à générer, gérer et partager les connaissances en matière de croissance verte. Dirigé par le Global Green Growth Institute (GGGI), l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE), l'Organisation des Nations unies pour le développement industriel (ONUDI) et le Groupe de la Banque mondiale, le GGKP rassemble plus de 90 organisations partenaires. Pour plus d'informations, consultez le site www.greengrowthknowledge.org.



Table des matières

Liste des tableaux	4
Liste des figures	5
Liste des encadrés	5
Abréviations et acronymes	6
1 Introduction et contexte	8
1.1 Introduction et objectif	8
1.2 Exemptions pour la poursuite de la production et de l'utilisation des POP	9
1.3 Aperçu de la production historique totale des POP	11
2 Acide perfluorooctane sulfonique, ses sels et le fluorure de sulfonyle de perfluorooctane	13
2.1 Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention	13
2.2 Production	15
2.3 Utilisation	16
2.4 Commerce	16
2.5 Principales utilisations antérieures du SPFO dans des produits et déchets connexes	17
2.5.1 Produits en cours d'utilisation et déchets.....	17
2.5.2 Déchets mis en décharge et menace de rejet futur	18
3 APFO et composés connexes à l'APFO	19
3.1 Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention	19
3.2 Production	20
3.3 Utilisation	21
3.4 Commerce	22
3.5 Produits en cours d'utilisation/stocks et déchets contenant de l'APFO et des composés connexes	23
3.5.1 Produits en cours d'utilisation et déchets.....	23
3.5.2 Déchets mis en décharge comme source et menace de rejets futurs.....	23
4 Perfluorohexane acide sulfonique (PFHxS) et composés connexes	24
4.1 Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention	24
4.2 Production	25
4.2.1 Production intentionnelle	25
4.2.2 Production non intentionnelle	25
4.3 Utilisation de PFHxS	26
4.4 Commerce de PFHxS	26
4.5 Produits en cours d'utilisation/stocks et déchets contenant des SPFO et des composés apparentés.....	26
4.5.1 Produits en cours d'utilisation et déchets.....	26
4.5.2 Déchets mis en décharge et menace de rejet futur	27
5 Paraffines chlorées à chaîne courte (PCCC)	27
5.1 Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention	27
5.2 Production de PCCC et de PC contenant potentiellement des PCCC	29

5.3	Utilisation de PCCC et de PC contenant potentiellement des PCCC	29
5.4	Commerce des PCCC	30
5.5	Utilisation/stock principal de PCCC dans les produits, les déchets et le recyclage..	31
5.5.1	Utilisation/stock principal de PCCC dans les produits.....	31
5.5.2	Les PCCC dans les déchets, le recyclage et les décharges	31
6	Décabromodiphényléther (décaBDE; BDE-209)	31
6.1	Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention	32
6.2	Production	34
6.3	Commerce	34
6.4	Utilisation	35
6.5	Utilisation/stock principal de PBDE dans les produits, déchets et recyclage	36
6.5.1	Utilisation/stock principal de PBDE dans les produits et déchets.....	36
6.5.2	Les PBDE dans les déchets et la réutilisation et le recyclage.....	36
7	Polybromodiphényléthers (PBDE) inscrits en 2009	38
7.1	Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention	38
7.2	Production	38
7.3	Utilisation	39
7.4	Commerce	39
7.5	Le PBDE est inscrit en 2009 dans les produits, les déchets et le recyclage	39
8	Hexabromocyclododécane (HBCD)	40
8.1	Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention	40
8.2	Production	41
8.3	Commerce	41
8.4	Utilisation et stocks	41
9	Hexabromobiphényle (HBB)	42
9.1	Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention	42
9.2	Production	43
9.3	Utilisation	43
9.4	Commerce	43
10	Naphtalènes polychlorés (PCN)	43
10.1	Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention	43
10.2	Production	44
10.3	Utilisation	44
10.4	Commerce	45
11	Hexachlorobutadiène (HCBd)	45
11.1	Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention	45
11.2	Production	46
11.3	Utilisation	47
11.4	Commerce	47
12	Pentachlorobenzène (PeCB)	47
12.1	Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention	47

12.2	Production	48
12.3	Utilisation	48
12.4	Commerce	48
13	Lindane (gamma-HCH) et alpha- et beta-HCH	48
13.1	Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention	48
13.2	Production historique	49
13.3	Utilisation	50
13.4	Commerce	50
14	Chlordécone	50
14.1	Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention	50
14.2	Production	51
14.3	Utilisation	51
14.4	Commerce	51
15	Endosulfan	52
15.1	Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention	52
15.2	Production	53
15.3	Utilisation	53
15.4	Commerce	53
16	Pentachlorophénol (PCP) et ses sels et esters	53
16.1	Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention	53
16.2	Production	54
16.3	Utilisation	55
16.4	Commerce	55
16.5	Utilisation antérieure de PCP et produits utilisés et déchets.....	55
17	Dicofol	56
17.1	Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention	56
17.2	Production	57
17.3	Utilisation	57
17.4	Commerce	57
18	Comment accéder aux bases de données et aux statistiques internationales pertinentes sur la production et l'utilisation des POP	57
18.1	Examens scientifiques et compilations de la production, de l'utilisation et du commerce des POP	58
18.2	Codes SH pour évaluer le commerce mondial et les importations et exportations – option et limitation	59
18.2.1	Introduction aux codes SH et à la base de données Comtrade des Nations Unies	59
18.2.2	Défis avec les codes SH non spécifiques	60
18.2.3	Problèmes de fiabilité des données dans la base de données Comtrade des Nations Unies.....	60
18.2.4	Contester le fait que les produits ou matériaux contenant des additifs pour POP ne sont pas étiquetés et qu'on leur attribue un code SH.....	62
18.3	Liste des exemptions	63

Liste des tableaux

Tableau 1. Dates d'entrée en vigueur des modifications visant à inscrire de nouveaux POP dans les annexes A, B et C de la Convention de Stockholm pour la plupart des Parties, daté de mars 2021	9
Tableau 2. Identification chimique et structure du SPFO et de certains composés connexes ^{7,8}	13
Tableau 3. Liste modifiée des finalités acceptables pour le SPFO par la décision SC-9/413 éliminant la plupart des anciennes finalités acceptables ¹²	14
Tableau 4. Liste mise à jour des exemptions spécifiques pour le SPFO (décision SC-9/4) ¹³	15
Tableau 5. Quantités mondiales de substances connexes au SPFO par zone d'utilisation en 2000 ¹⁶	18
Tableau 6. Identification chimique et propriétés de l'APFO, de ses sels et des composés liés à l'APFO ^{33,34}	19
Tableau 7. Liste des exemptions spécifiques pour l'APFO (décision SC-9/12)	19
Tableau 8. Registre des exemptions spécifiques de l'APFO, de ses sels et des composés connexes à l'APFO	22
Tableau 9. Identification chimique et propriétés des PFHxS, de ses sels et des composés connexes aux PFHxS	24
Tableau 10. Identification chimique et propriétés des PCCC ^{64,65}	28
Tableau 11. Exemptions spécifiques pour la production et l'utilisation de PCCC ⁶⁶ qui a expiré en décembre 2023	28
Tableau 12. Identification chimique et structures du décaBDE ^{81,82}	32
Tableau 13. Exemptions spécifiques pour le décabromodiphényléther ⁸³	33
Tableau 14. Exemptions spécifiques pour le décaBDE pour les pièces destinées à être utilisées dans des véhicules ⁸¹	33
Tableau 15. Production totale estimée des mélanges de PBDE commerciaux ⁵	34
Tableau 16. Pourcentage de PBDE commerciaux dans les utilisations principales et durée moyenne de vie du type de produit ⁸⁵	36
Tableau 17. Teneur en PBDE (hexa/heptaBDE et décaBDE) dans le total des fractions polymères (mélangées) de différents DEEE en Europe (PNUE 2021) ⁷⁹	37
Tableau 18. Identification chimique et structures des PBDE	38
Tableau 19. Identification chimique et propriétés des HBCD ^{103,104}	40
Tableau 20. Identification chimique et structure des HBB ^{111,113}	42
Tableau 21. Identification chimique et structure des PCN listées ^{116,117}	44
Tableau 22. Liste des exemptions spécifiques pour les PCN (décision SC-7/14) ¹²⁰	44
Tableau 23. Identification chimique et structure de l'hexachlorobutadiène ^{125,126}	46
Tableau 24. Identification chimique et structure du PeCB ^{135,136}	47
Tableau 25. Identification chimique et structure des isomères de HCH figurant dans la Convention ^{143,144,145}	49
Tableau 26. Identification chimique et structure du chlordécone	51
Tableau 27. Identification chimique et structure des endosulfans techniques	52
Tableau 28. Liste des exemptions spécifiques pour l'endosulfan (Décision SC-5/3)	52

Tableau 29. Identification chimique et structure de PCP. ^{165,166}	54
Tableau 30. Liste des exemptions spécifiques pour le pentachlorophénol et ses sels et esters	54
Tableau 31. Identification chimique et structure des dicofols ^{179,180}	56
Tableau 32. Codes SH pour les POP et catégories SH en vertu desquelles les POP sont normalement importés	61
Tableau 33. Codes SH de certaines catégories de PVC, qui contiennent des additifs tels que plastifiants ou ignifugeants, y compris éventuellement les PCCC ou les PCCM utilisés en grande quantité comme additifs pour le PVC en Chine	62
Tableau 34. Codes SH de certaines catégories de caoutchouc contenant des additifs comme les plastifiants ou les ignifugeants, y compris les PCCC	63

Liste des figures

Figure 1. Production annuelle moyenne des 25 POP produits intentionnellement entre les années 1930 et 2010. Les nombres sous les noms chimiques à gauche indiquent l'estimation de la tendance centrale de la production mondiale cumulative en kilotonnes (kt) (Li et al. 2023) ⁵	12
Figure 2 Estimation des volumes de production mondiaux de FSPFO (1970-2002). Les estimations de la production totale mondiale (ligne verte) et de la production de 3M (ligne violette) sont comparées aux estimations de Smithwick et al. 2006 (ligne rouge) et de Prevedouros et al. 2006 (ligne bleue) (Paul et al., 2009) ¹⁵	16
Figure 3. Tendances temporelles des exportations de produits chimiques (en kg) sous la SH 290930 (éthers aromatiques et leurs dérivés halogénés, sulfonés, nitrés ou nitrosés) d'Israël vers les pays (1988-2019) (PNUE 2021) ⁸⁶	35
Figure 4. L'incidence de la mise en œuvre des restrictions sur les ignifugeants par la Convention de Stockholm et certaines réformes des normes sur les produits visés (Charbonnet et al. 2020) ¹¹⁰ ...	42

Liste des encadrés

Encadré 1. Étude de cas des codes d'importation spécifiques au Brésil	59
---	----

Abréviations et acronymes

AFM/AFS	Analyse des flux de matières et de substances
APFO	Acide perfluorooctanoïque; Perfluorooctanoate
BRS	Conventions de Bâle, de Rotterdam et de Stockholm
c-DécaBDE	Éther décabromodiphénylique commercial
c-OctaBDE	Éther d'octabromodiphényle commercial
c-PentaBDE	Éther de pentabromodiphényle commercial
CAS	Chemical Abstracts Service
CEE	Commission économique pour l'Europe
Code SH	Codes du système harmonisé
COP	Conférence des parties
CP	Paraffines chlorées
DDT	Dichlorodiphényltrichloroéthane
décaBDE	Décabromodiphényléther; Éther décabromodiphénylique (BDE-209)
EEE	Équipement électrique et électronique
EPS	Polystyrène expansé
FEM	Fonds pour l'environnement mondial
GER	Gestion écologiquement rationnelle
HBB	Hexabromobiphényle
HBCD(D)	Hexabromocyclododécane
HCBD	Hexachlorobutadiène
HCH	Hexachlorocyclohexane
heptaBDE	Éther d'heptabromodiphényle
hexaBDE	Hexabromodiphényléther
HIPS	Polystyrène à haute résistance
kt	Kilotonne; 1000 tonnes
OFN	Octafluoronaphtalène
ONU	Nations Unies
PBBs	Polybromobipnényles
PCA	Pentachloroanisole
PCB	Polychlorobiphényles
PCCC	Paraffines chlorées à chaîne courte
PCCL	Paraffines chlorées à chaîne longue
PCCM	Paraffines chlorées à chaîne moyenne
PCN	Polychloronaphtalènes
PCP	Pentachlorophénol et ses sels et esters
PCP-Na	Pentachlorophénol de sodium
PeCB	Pentachlorobenzène
PFASs	Peralkylates et polyfluorés
PFHxS	Acide perfluorohexane sulfonique
PFOI	Iodure de perfluorooctyle
PNM	Plan national de mise en œuvre
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
POP	Polluants organiques persistants

POPRC	Comité d'examen des polluants organiques persistants
PTFE	Polytétrafluoroéthylène
PVC	Chlorure de polyvinyle chloré
PVDF	Polyfluorure de vinylidène
RME	Évaluation de la gestion des risques
RSP	Naphtalènes polyfluorés
SPFO	Acide perfluorooctane sulfonique; Perfluorooctane sulfonate
SPFOF	Fluorure de perfluorooctane sulfonyle
t	Tonnes; tonnes métriques
tétraBDE	Tétrabromodiphényléther
TOP	Dosage des précurseurs total oxydables
UE	Union européenne
WEEE	Déchets d'équipements électriques et électroniques
XPS	Polystyrène extrudé

1 Introduction et contexte

1.1 Introduction et objectif

Ce rapport compile des renseignements sur les polluants organiques persistants (POP) nouvellement inscrits dans la Convention de Stockholm de 2009 à 2022¹. Il porte sur la production actuelle et historique, les principales utilisations et l'information sur le commerce actuel. Lorsque cela est particulièrement pertinent, certaines informations sur les déchets et les produits de recyclage contenant ces POP sont également fournies.

Pour l'inventaire, la gestion, le contrôle et la réduction des POP, il est nécessaire de savoir si un POP est actuellement produit et échangé et ses utilisations actuelles. Les POP industriels utilisés par le passé peuvent encore être présents dans des produits comme l'équipement électrique et électronique (EEE), dans le secteur des transports (p. ex., automobiles et avions) ou dans des matériaux de construction tels que la mousse isolante, les revêtements de sol ou les scellants. Pour l'inventaire et la gestion des produits restants qui sont constitués de POP, il est important de connaître l'ancienne production, l'utilisation historique et la durée de vie utile connexe de ces produits.

Ce rapport donne un aperçu de la façon d'accéder à l'information sur la production, le commerce et l'utilisation des POP inscrits.

Nouveaux POP inscrits et entrée en vigueur des modifications

La Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants a été adoptée lors d'une conférence de plénipotentiaires qui s'est tenue le 22 mai 2001 à Stockholm, en Suède. La Convention est entrée en vigueur le 17 mai 2004, quatre-vingt dix jours après la soumission du cinquantième instrument de ratification, d'acceptation, d'approbation ou d'adhésion à la Convention portant sur douze POP initialement inscrits.

La Convention dispose d'un mécanisme pour l'inscription de nouveaux POP. Toute Partie peut soumettre une proposition d'inscription d'un nouveau produit chimique aux annexes A, B ou C de la Convention. Le Comité d'examen des POP évalue les propositions et fait des recommandations à la Conférence des Parties sur une telle inscription conformément à l'article 8 de la Convention. Depuis 2009, 20 POP ou groupes de POP ont été inscrits dans la Convention (Tableau 1).² [Les amendements aux annexes A, B ou C de la Convention pour y inscrire de nouveaux polluants organiques persistants (POP) entrent en vigueur un an après la date de communication de leur adoption par le dépositaire, sauf pour les Parties qui soumettent: une notification de non-acceptation conformément aux dispositions de l'article 22, paragraphe 3 (b);] ou une déclaration conformément au paragraphe 4 de l'article 22 et au paragraphe 4 de l'article 25 de la Convention. Le Tableau 1 donne un aperçu des POP nouvellement inscrits dans la Convention et résume les dates d'entrée en vigueur des amendements aux annexes A, B et C pour la plupart des Parties.

¹ La gestion des douze POP initialement inscrits est également pertinente. Cependant, la production de tous les pesticides a cessé depuis longtemps (Figure 1) avec l'exemption du DDT. Pour le DDT, des activités particulières comme le groupe d'experts du PNUE sur le DDT traitent de la réduction de la production et de l'utilisation en promouvant les solutions de remplacement. Pour le PCB, des activités dédiées comme le Réseau d'élimination des PCB et le groupe de travail intersessions compilent des informations à jour.

² <http://chm.pops.int/TheConvention/ThePOPs/TheNewPOPs/tabid/2511/Default.aspx>

Tableau 1. Dates d'entrée en vigueur des modifications visant à inscrire de nouveaux POP dans les annexes A, B et C de la Convention de Stockholm pour la plupart des Parties, daté de mars 2021

Décision	Produit chimique	Annexe	Date d'entrée en vigueur pour la plupart des Parties
SC-4/10	Alpha hexachlorocyclohexane (alphaHCH)	A	26 août 2010
SC-4/11	Bêta-hexachlorocyclohexane (betaHCH)	A	26 août 2010
SC-4/12	Chlordécone	A	26 août 2010
SC-4/13	Hexabromobiphényle (HBB)	A	26 août 2010
SC-4/14	Hexabromodiphényléther et heptabromodiphényléther (hexaBDE et heptaBDE)	A	26 août 2010
SC-4/15	Lindane	A	26 août 2010
SC-4/16	Pentachlorobenzène (PeCB)	A et C	26 août 2010
SC-4/17	Acide perfluorooctanoïque sulfonique (SPFO), ses sels et fluorure de sulfonyle de perfluorooctane (FFOSP)	B	26 août 2010
SC-4/18	Tétrabromodiphényléther et pentabromodiphényléther (tétraBDE et pentaBDE)	A	26 août 2010
SC-5/3	Endosulfan	A	27 octobre 2012
SC-6/13	Hexabromocyclododécane (HBCD)	A	26 novembre 2014
SC-7/12	Hexachlorobutadiène (HCBD)	A	15 décembre 2016
SC-7/13	Pentachlorophénol (PCP) et ses sels et esters	A	15 décembre 2016
SC-7/14	Naphtalènes polychlorés (PCN)	A et C	15 décembre 2016
SC-8/10	Décabromodiphényléther (décaBDE)	A	18 décembre 2018
SC-8/11	Paraffines chlorées à chaîne courte (PCCC)	A	18 décembre 2018
SC-8/12	Hexachlorobutadiène	C	18 décembre 2018
SC-9/4	Acide perfluorooctanoïque sulfonique, ses sels et fluorure de sulfonyle de perfluorooctane	B	3 décembre 2020
SC-9/11	Dicofol	A	3 décembre 2020
SC-9/12	Acide perfluorooctanoïque (APFO), ses sels et composés apparentés à l'APFO	A	3 décembre 2020
SC-10/13	Acide perfluorohexane sulfonique (PFHxS), ses sels et composés apparentés au PFHxS	A	28 août 2023

1.2 Exemptions pour la poursuite de la production et de l'utilisation des POP

Il est important de comprendre les exemptions pour la production et l'utilisation des POP respectifs, car elles définissent le cadre de la poursuite de la production et de l'utilisation. Les Parties doivent s'inscrire pour obtenir une exemption en vue de la poursuite de la production et sont encouragées à fournir des renseignements sur le volume de production.

Permettre aux Parties à la Convention de prendre des mesures pour réduire ou éliminer les rejets de POP provenant de la production et de l'utilisation intentionnelles, pour lesquels il n'existe pas encore d'autres solutions ou qui ne sont pas facilement disponibles, La Convention permet aux

Parties de s'inscrire pour des exemptions spécifiques pour une période précise.³ Les annexes A et B de la Convention décrivent des exemptions spécifiques, ainsi que des finalités acceptables, qui sont disponibles pour les POP pertinents. Les Parties qui souhaitent utiliser certains POP exemptés doivent enregistrer des exemptions spécifiques énumérées à l'annexe A ou B conformément au paragraphe 3 de l'article 4.³ Les exemptions spécifiques ont une durée limitée et expirent cinq (5) ans après la date d'entrée en vigueur de la Convention à l'égard du produit chimique considéré (article 4, paragraphe 4), à moins qu'une date antérieure ne soit indiquée dans le registre par la Partie ou qu'une prolongation ne soit accordée par la Conférence des Parties en vertu du paragraphe 7 de l'article 4.³ De même, peu de finalités acceptables sont pertinentes pour la production, le commerce et l'utilisation des POP. Les finalités acceptables n'ont pas de délai limite, sauf indication contraire de la Conférence des Parties. Par conséquent, pour les POP individuels dans le présent document, un bref aperçu de l'enregistrement des exemptions pour la production et l'utilisation est fourni dans les sections respectives des POP énumérés avec des exemptions.

Il faut souligner que l'enregistrement pourrait ne pas refléter la situation actuelle de production et d'utilisation de ces POP, car :

- Les Parties ne sont peut-être pas conscientes du fait qu'elles utilisent certains des POP actuellement produits, même en grandes quantités. Tel est le cas, par exemple, des paraffines chlorées à chaîne courte (PCCC), qui ne sont pas actuellement commercialisées comme PCCC, mais qui sont plutôt contenues dans des mélanges de paraffine chlorée non spécifiés (PC) (voir la section 5.2), et pour les plus de 100 composés apparentés à l'APFO qui peuvent se dégrader en APFO (Section 3.2).
- Les Parties ne sont pas non plus conscientes du fait que de nombreux produits sur le marché contiennent des POP inscrits comme additifs ou contaminant involontaire à l'état de trace. C'est notamment le cas de l'APFO et des composés apparentés dans les produits tels que les concentrés pour la mousse d'extinction des incendies ou les agents de finition des textiles. L'APFO et les composés apparentés peuvent être présents, mais ne sont pas étiquetés et peuvent donc être commercialisés et utilisés sans que la Partie en soit informée (sections 3.23.3 et 3.3). Cela est également vrai pour les produits plastifiés fabriqués avec des mélanges de PC non spécifiés qui sont susceptibles de contenir des PCCC (5.3 et 5.2 5.5).
- Les produits contenant des POP sont également importés dans des pays sans étiquetage et entrent sur le marché de consommation ou dans des secteurs d'utilisation importants comme les matériaux de construction.
- Dans de nombreux cas, les entreprises qui mettent ces produits sur le marché ne sont pas conscientes que leurs produits contiennent des POP inscrits (en particulier des PCCC et des substances apparentées à l'APFO).

Il existe un certain nombre de parties à la Convention qui ont ratifié la Convention conformément au paragraphe 4 de l'article 25 de la Convention, auquel cas ces parties n'ont pas ratifié les principaux POP nouvellement inscrits,⁴ qui sont encore produits dans le pays respectif. Cela inclut les producteurs potentiels de POP comme le Bangladesh, la Chine ou l'Inde dont on sait qu'ils produisent, par exemple, des paraffines chlorées à grande échelle qui pourraient contenir des PCCC (voir section 5.2).

Par conséquent, alors que l'inscription au registre des exemptions donne quelques informations sur la production et l'utilisation de plusieurs POP, pour certaines Parties il y a des lacunes dans les informations sur la production et l'utilisation. Ces lacunes pourraient être partiellement comblées

³ <http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/Overview/tabid/789/Default.aspx>

⁴ Weber R (2021) Évaluation des nouveaux POP inscrits pour les pays qui doivent ratifier les modifications ou mettre à jour les PNM. Secrétariat des conventions de Bâle, Rotterdam et Stockholm, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Genève.

dans le présent rapport par la compilation d'informations tirées de publications scientifiques évaluées par des pairs et d'autres rapports.

1.3 Aperçu de la production historique totale des POP

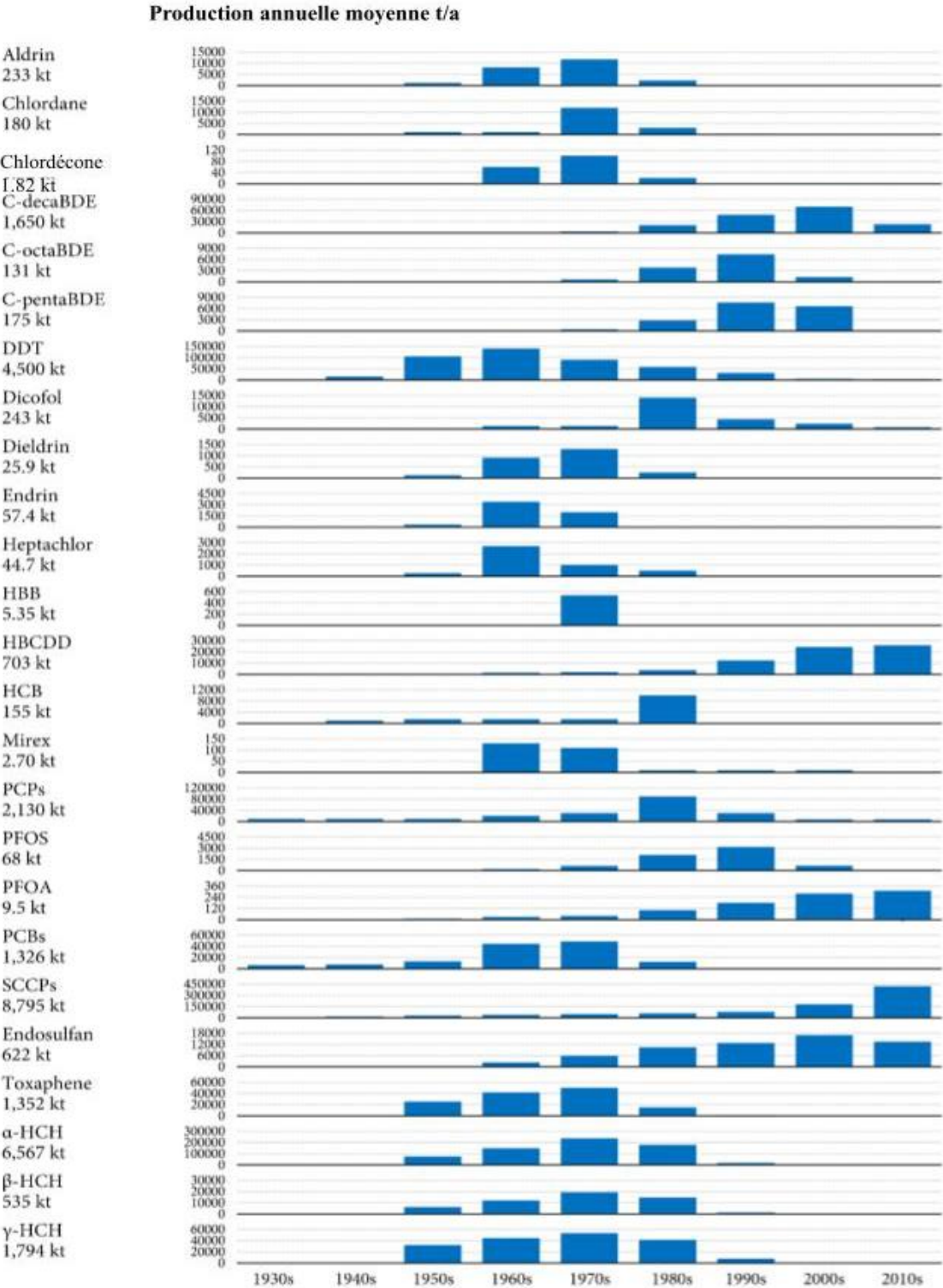
Pour l'inventaire et la gestion des POP individuels, il est important de comprendre quelle a été leur quantité totale de production et la période principale de production. La figure 1 donne un aperçu de la quantité totale de production de tous les POP produits intentionnellement dans le passé ainsi que l'historique de production. Les principaux POP industriels dont la production totale dépasse 500 kilotonnes (kt) sont les PCCC (8 795 kt), le décaBDE (1 650 kt), les BPC (1 326 kt) et l'HBCD (703 kt). Le lindane (1 794 kt) et les isomères de déchets connexes α -HCH (6 567 kt)/ β -HCH (535 kt), le DDT (4 500 kt), le PCP (2 103 kt), le toxaphène (1 352 kt) et l'endosulfan (622 kt) ont une production totale supérieure à 500 kt (Figure 1); Li et coll., 2023⁵). Par conséquent, ces POP en grand volume, en particulier les POP industriels, y compris les produits contenant ces POP, sont particulièrement pertinents pour l'inventaire et la gestion des POP.

Il faut souligner que, bien que la production totale de SPFO (68-96 kt) et d'APFO (9,6 kt) soit considérablement plus faible, ils sont également très pertinents en raison de leur grande persistance, de leur mobilité et de leur faible apport quotidien tolérable dépassé pour beaucoup de gens.⁶

⁵ Li L, Chen C, Li D, Breivik K, Abbasi G, Li YF (2023). Que savons-nous de la production et du rejet de polluants organiques persistants dans l'environnement mondial? *Environmental Science : Advances*.2, 55-68, DOI : 10.1039/d2va00145d .

⁶ EFSA (2020) Risque pour la santé humaine lié à la présence de substances perfluoroalkyles dans les aliments. *Journal de l'EFSA* 2020;18(9):6223, <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6223>.

Figure 1. Production annuelle moyenne des 25 POP produits intentionnellement entre les années 1930 et 2010. Les nombres sous les noms chimiques à gauche indiquent l'estimation de la tendance centrale de la production mondiale cumulative en kilotonnes (kt) (Li et al. 2023)⁵



2 Acide perfluorooctane sulfonique, ses sels et le fluorure de sulfonyle de perfluorooctane

2.1 Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention

Le sulfonate de perfluorooctane (SPFO) est un anion entièrement fluoré qui est utilisé en tant que tel ou comme sel dans certaines applications. Le SPFO et ses composés apparentés, appelés «précurseurs du SPFO», qui peuvent se transformer ou se dégrader en SPFO, appartiennent à la grande famille des substances perfluoroalkyliques (PFAS).

Le fluorure de sulfonyle de perfluorooctane (FSPFO) a été/est utilisé pour produire une vaste gamme de composés apparentés au SPFO, y compris les polymères fluorés à chaîne latérale, qui sont utilisés dans la dispersion des polymères sur les textiles, le papier et les tapis pour leurs propriétés déperlantes et hydrofuges. Ces composés apparentés au SPFO sont des précurseurs du SPFO et contiennent probablement du SPFO comme impureté de procédé.

Le SPFO est extrêmement persistant et possède des propriétés bioaccumulables et biomagnifiantes importantes.^{7,8} SPFO ne suit pas la structure classique des autres POP en se divisant en tissus adipeux, mais il est soluble dans l'eau et se lie aux protéines du sang, du foie et d'autres organes riches en protéines.⁹

Le SPFO peut être transporté sur de longues distances et il satisfait également aux critères de toxicité de la Convention de Stockholm. En raison de la stabilité chimique et de la force de liaison du lien carbone-fluor, ces substances sont extrêmement persistantes et conviennent aux applications à haute température et au contact avec des acides ou des bases fortes. La demi-vie estimée du SPFO dans un essai d'hydrolyse dans l'eau est de >41 ans, mais peut être nettement plus longue que 41 ans puisqu'aucune dégradation n'a été détectée pour les « produits chimiques éternels »¹⁰. La biodégradation du SPFO a également été évaluée dans des conditions aérobies et anaérobies, mais aucune dégradation apparente n'est survenue.⁹ Déclaration détaillée des informations nécessaires à l'inscription sur le profil de risque⁷ et évaluation de la gestion des risques (EGR).⁸

Tableau 2. Identification chimique et structure du SPFO et de certains composés connexes^{7,8}

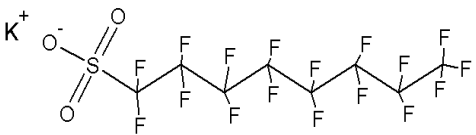
Nom chimique:	Sulfonate de perfluorooctane (SPFO); Octanesulfonate, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-heptadecafluoro-
Synonymes/ abréviations:	1-Octanesulfonic acid, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-heptadecafluoro; 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-heptadecafluoro-1-octanesulfonic acid; 1- Octanesulfonic acid, heptadecafluoro-; 1-Perfluorooctanesulfonic acid; Heptadecafluoro-1-octanesulfonic acid; Perfluoro-n-octanesulfonicacid; L'acide sulfonate de perfluorooctane; Perfluorooctylsulfonicacid
Noms commerciaux:	Divers

⁷ Profil de risque du sulfonate de perfluorooctane. UNEP/POPS/POPRC.2/17/Add.5
<http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.2-17-Add.5.English.pdf>

⁸ Évaluation de la gestion des risques du sulfonate de perfluorooctane. UNEP/POPS/POPRC.3/20/Add.5
<http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.3-20-Add.5.English.PDF>

⁹ OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques) (2002). Coopération sur les produits chimiques existants - Évaluation du danger du sulfonate de perfluorooctane et de ses sels, réunion conjointe de la direction de l'environnement du comité des produits chimiques et du groupe de travail sur les produits chimiques, les pesticides et la biotechnologie, Paris, novembre 2002.

¹⁰ Hekster FM, de Voogt P, Pijnenburg AM Laane RW (2002) Substances perfluoroalkylées. Rapport d'évaluation environnementale aquatique RIKZ/2002.043. 1er juillet 2002.

Numéro de registre CAS:	Acide sulfonique (no CAS 1763-23-1), fluorure de perfluorooctane et de sulfonyle (no CAS 307-35-7) et ses sels - voici quelques exemples de sels commercialement importants : sel de potassium (no CAS 2795-39-3); Sel de diéthanoline (no CAS 70225-14-8); Sel d'ammonium (no CAS 29081-56-9) Sel de lithium (no CAS 29457-72-5) Sulfonate de tétraéthylammonium perfluorooctane (no CAS 56773-42-3) Sulfonate de didécyl-méthylidiméthylammonium perfluorooctane (no CAS 251099-16-8)	
Structure:		Poids moléculaire : 506.1 (sel de potassium) Formule moléculaire : C ₈ F ₁₇ SO ₃ K

Le SPFO a été inscrit en 2009 à l'annexe B avec une gamme de finalités acceptables¹¹ et d'exemptions spécifiques (décision SC-4/17)¹². Cette disposition a été modifiée en 2019 par la décision SC-9/4¹³ (entrée en vigueur le 3 décembre 2020) avec une seule utilisation acceptable, à savoir l'utilisation comme appât pour insectes contenant du sulfluramide (no CAS 4151-50-2) comme ingrédient actif pour le contrôle des fourmis phyllophages destinées uniquement à l'agriculture (Tableau 3).

Avec l'adoption de la décision SC-9/4, seules deux exemptions spécifiques demeurent, à savoir le placage de métal dur uniquement dans les systèmes en boucle fermée et les mousses d'extinction pour des utilisations spécifiques (Tableau 4).

Les exemptions spécifiques sont limitées dans le temps et pour une période de cinq ans. Tous les quatre ans, chaque Partie qui utilise et/ou produit du SPFO doit faire rapport à la Conférence des Parties sur les progrès réalisés dans l'élimination de ce dernier. La Conférence des Parties évaluera le besoin continu de ces exemptions particulières et des finalités acceptables.

Tableau 3. Liste modifiée des finalités acceptables pour le SPFO par la décision SC-9/413 éliminant la plupart des anciennes finalités acceptables¹²

Produit chimique	Activité	Finalité acceptable
Acide perfluorooctanoïque sulfonique (no CAS : 1763-23-1), ses sels et fluorure de sulfonyle de perfluorooctane (no CAS : 307-35-7)	Production	Conformément à la partie III de l'annexe B, production d'autres produits chimiques destinés uniquement aux utilisations ci-dessous. La production pour les utilisations est indiquée ci-dessous
	Utilisation	Adoptée par la décision SC-9/413 (entrée en vigueur le 3 décembre 2020) : Conformément à la partie III de l'annexe B, pour les finalités acceptables suivantes ou comme intermédiaire dans la production de produits chimiques ayant une finalité acceptable: Appâts à insectes contenant du sulfluramide (no CAS 4151-50-2) comme ingrédient actif pour la lutte contre les fourmis phyllophages des espèces <i>Atta</i> et <i>Acromyrmex</i> pour usage agricole uniquement

¹¹ <http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/AcceptablePurposesPFOSandPFOSF/tabid/794/Default.aspx>

¹² Décision SC-4/17 : <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.4-SC-4-17.English.pdf>

¹³ Décision SC-9/4 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.9-SC-9-4.English.pdf>

Tableau 4. Liste mise à jour des exemptions spécifiques pour le SPFO (décision SC-9/4)¹³

Produit chimique	Activité	Exemptions spécifiques
Acide perfluorooctanoïque sulfonique (no CAS : 1763-23-1), ses sels et fluorure de sulfonyle de perfluorooctane (no CAS : 307-35-7) ¹⁴	Production	Aucun
	Utilisation	• Métallisation (métallisation dure) uniquement dans les systèmes en boucle fermée • Mousse de lutte contre l'incendie pour la suppression des vapeurs de combustible liquide et les incendies à combustible liquide (feux de classe B) dans les systèmes installés, y compris les systèmes mobiles et fixes, conformément au paragraphe 10 de la partie III de l'annexe B

2.2 Production

Les analyses de la production mondiale estiment qu'au total, entre 68.000⁵ et 96.000¹⁵ tonnes de SPFO/ FSPFO ont été produites au cours de l'histoire avec une augmentation de la production dans les années 1970 et une production importante dans les années 1980 et 1990 (Figure 1 et Figure 2). 3M était le principal producteur mondial de SPFO et de substances apparentées au SPFO avant 2000, avec une production finale de 3.700 à 4.500 tonnes de SPFO et de substances connexes au SPFO en 2000 (Figure 2). La cessation de production par 3M en 2000 (avec des ventes jusqu'en 2002¹⁵ a entraîné une baisse importante de la production mondiale (Figure 2), ce qui est particulièrement pertinent pour comprendre l'âge des stocks et des déchets restants (voir section 2.5). La Chine a augmenté sa production pour atteindre 100 tonnes en 2003/2004 puis 200 tonnes/an.¹⁶ Des productions mineures se sont poursuivies en Allemagne et en Italie pendant quelques années.¹⁷ Au cours des 10 dernières années, la Chine a été le dernier producteur de SPFO avec une capacité de production de 100 à 200 t/an,^{18,19} et a reçu une notification de production et d'utilisation à certaines fins acceptables, avec un délai allant jusqu'au 3 décembre 2020.¹¹ Avec le cinquième rapport national de la Chine présenté en 2022, la production de SPFO/ FSPFO a cessé en Chine en 2021²⁰ et aucune autre production de SPFO ou FSPFO n'est connue.

¹⁴ <http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/SpecificExemptions/ChemicalslistedinAnnexBRoSE/PFOSRoSE/tabid/4644/Default.aspx>

¹⁵ Paul AG, Jones KC, Sweetman AJ (2009) Un premier inventaire mondial de la production, des émissions et de l'environnement pour le sulfonate de perfluorooctane. *Environmental Science & Technology*. 43, 386-392.

¹⁶ Lim TC, Wang B, Huang J, Deng S, Yu G (2011) Inventaire des émissions de SPFO en Chine : examen des méthodologies antérieures et suggestions. *The Scientific World Journal* 11, 1963–1980

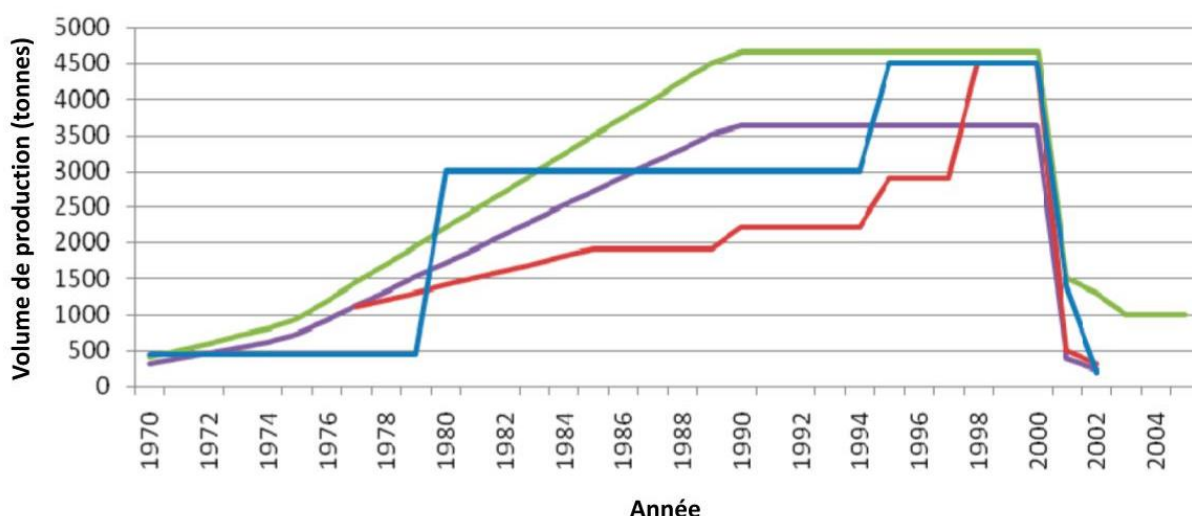
¹⁷ Oliaei F, Kriens D, Weber R, Watson A. (2013) Rejets de SPFO et de PFC et pollution associée provenant d'une usine de production de PFC au Minnesota (États-Unis). *Environ Sci Pollut Res Int*. 20, 1977-1992.

¹⁸ Zhang Lai et. al. (2012), Inventaire des sources, rejets dans l'environnement et évaluation des risques pour le sulfonate de perfluorooctane en Chine, *Environmental Pollution* 165 (2012) 193 - 198.

¹⁹ Lim, Wang B, Huang J, Deng S, Yu G (2011) Rapport sur l'article 15 du ministère chinois de l'Écologie et de l'Environnement (2022). Date de soumission : 31/08/2022

²⁰ Rapport sur l'article 15 du ministère chinois de l'Écologie et de l'Environnement (2022). Date de soumission : 31/08/2022

Figure 2 Estimation des volumes de production mondiaux de FSPFO (1970-2002). Les estimations de la production totale mondiale (ligne verte) et de la production de 3M (ligne violette) sont comparées aux estimations de Smithwick et al. 2006²¹ (ligne rouge) et de Prevedouros et al. 2006²² (ligne bleue) (Paul et al., 2009)¹⁵



2.3 Utilisation

La plus grande quantité de SPFO et de substances connexes au SPFO a été utilisée dans le traitement de surface des textiles/tapis, du cuir et du papier (Tableau 5). Ces utilisations ont été en grande partie éliminées lorsque 3M a cessé de vendre du SPFO en 2002 et qu'elles ont été arrêtées en 2012.

Au cours des 10 dernières années, le SPFO et les substances connexes ont été principalement utilisés dans la production de mousse d'incendie, l'industrie du placage, les appâts pour insectes et la production d'huile.

Actuellement, l'utilisation du SPFO ou de substances connexes n'est autorisée que pour les finalités acceptables des appâts à insectes pour la lutte contre les fourmis phyllophages, le Brésil et le Vietnam étant des Parties enregistrées.²³ Pour la seule exemption spécifique restante concernant le placage métallique dans les systèmes en circuit fermé, la Norvège, la Suisse et le Vietnam sont enregistrés.

Avec l'arrêt de la production de SPFO, on s'attend à ce que ces utilisations cessent après que les stocks restants auront été utilisés, comme l'importation de 4200 t de FSPFO au Brésil en juin 2022 (voir la section 2.4).

2.4 Commerce

Avec la cessation de la dernière production de SPFO, le commerce a en grande partie cessé. Cependant, il se peut que certains stocks existent encore, y compris les mousses périmées. Le SPFO et les substances connexes ont des codes SH spécifiques depuis 2017 (section 18.1). Cela permet de suivre les importations et les exportations si les pays respectifs font des déclarations appropriées.

²¹ Smithwick M, Norstrom, R. J., Mabury SA; et al. (2006) Tendances temporelles des contaminants perfluoroalkyliques dans les ours polaires *Ursus maritimus* de deux sites dans l'Arctique nord-américain. *Environmental Science & Technology*. 40, 1139–1143.

²² Prevedouros, K.; Cousins, I. T.; Buck, R. C.; Korzeniowski, S. H. (2006) Les sources, le devenir et le transport des perfluorocarboxylates. *Environmental Science & Technology*. 2006, 40, 32-44.

²³ <http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/AcceptablePurposes/AcceptablePurposesPFOSandPFOSF/tabid/794/Default.aspx>

L'évaluation des principaux codes du SH pour le SPFO (HS 2904.31), le sulfonate de perfluorooctane d'ammonium (HS 2904.32) et le sulfonate de perfluorooctane de potassium (HS 2904.34) et le FSPFO (HS 2904.36) a révélé que le commerce a considérablement diminué ces dernières années et s'est arrêté dans de nombreux pays. Par exemple, pour le commerce majeur connu de FSPFO de la Chine au Brésil (SH 2904.36; Code NCM spécifique au Mercosur 29043600) la baisse a été la suivante: de 2017 à décembre 2019, le Brésil a importé 93,7 t de FSPFO de Chine, soit plus de 31 t par an.²⁴ Ces importations étaient les mêmes en 2020 (31 t), ont augmenté en 2021 (35 t) et ont fortement diminué en 2022 (9,2 t) avec la dernière importation en juin 2022. Aucune importation n'a été enregistrée pour 2023 et la première moitié de 2024, ce qui indique que les stocks de SPFO/ FSPFO en Chine sont épuisés.

Les importations de SPFO (SH 2904.31) ont été également remarquables ces dernières années aux Pays-Bas, avec une importation totale de 2.521 tonnes de 2017 à 2021 et un pic d'importation de 777 tonnes en 2020 et 644 tonnes en 2021. Cette quantité de SPFO est plusieurs fois supérieure à la production mondiale de 100 à 200 tonnes pour ces années. Étant donné que les Pays-Bas ont une grande capacité de destruction des déchets et importent de grandes quantités de déchets, il est probable que ces importations ne correspondent pas à la substance chimique, mais sont plutôt des déchets de SPFO, comme les mousses anti-incendie, importés pour être détruits.

Une autre observation intéressante des données spécifiques au SPFO est que les exportations et les importations mondiales pour un code du SH ne correspondent pas. Par exemple, les importations mondiales totales de SPFO (SH 2904.31) de 2017 à 2022 étaient de 3.348 tonnes alors que les exportations totales n'étaient que de 604 tonnes, ce qui signifie que de nombreux pays n'ont pas déclaré leurs exportations de SPFO (ou déchets de SPFO?) dans la base de données volontaire Comtrade des Nations Unies.

Il est recommandé que chaque Partie évalue les importations et les exportations de SPFO et de substances connexes en évaluant les codes SH spécifiques (Tableau 32; Section 18.2) avec une évaluation plus poussée possible si les importations sont destinées à être utilisées ou détruites et inclure éventuellement cette information dans leur plan national de mise en œuvre (PNM).

2.5 Principales utilisations antérieures du SPFO dans des produits et déchets connexes

2.5.1 Produits en cours d'utilisation et déchets

La production et l'utilisation du SPFO et des composés connexes ont produit des stocks et des déchets pendant plus de 50 ans. La plupart des produits qui ont été traités avec du SPFO dans les années 1970 à 2000, comme le papier, les tapis, les meubles ou les textiles, ont été éliminés en grande partie dans des décharges où il existe des risques de rejet actuels et futurs (voir la section 2.5.2). Certains produits à longue durée de vie, comme les tapis synthétiques ou les textiles pour véhicules/meubles, sont encore utilisés dans une certaine mesure. De plus, les mousses anti-incendie ont une longue durée de vie, car idéalement, elles ne sont jamais utilisées et ont été produites jusqu'à récemment. Par conséquent, des stocks de mousses contenant du SPFO existent toujours, en particulier dans les installations fixes et les grands secteurs d'utilisation comme les raffineries, les sites de production et de stockage de pétrole, les aéroports, les centrales électriques ou les installations militaires.²⁵

²⁴ Torres FBM, Guida Y, Weber R, Torres JPM (2022) Aperçu brésilien des substances perfluoroalkyles et polyfluoroalkyliques inscrites comme polluants organiques persistants dans la convention de Stockholm. *Chemosphere* 291, 132674.

²⁵ Voir e.g. l'inventaire détaillé du SPFO au Japon; Gouvernement du Japon (2020) Le plan national de mise en œuvre du Japon dans le cadre de la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants.

Tableau 5. Quantités mondiales de substances connexes au SPFO par zone d'utilisation en 2000^{16,26}

Catégorie principale	Applications	Utilisation mondiale (en 2000)
Traitement de surface	Vêtements et cuir, tapisserie d'ameublement, tapis, automobile	2.160 tonnes
Papier	Applications en contact avec les aliments (plaques, récipients alimentaires, sacs et enveloppes), applications en contact non alimentaire (boîtes pliantes, containers, formes sans carbone, papiers de masquage)	1.490 tonnes
Produit chimique performant	Mousse de lutte contre les incendies	151 tonnes
Produits chimiques performants	Agents tensioactifs pour mines et puits de pétrole, métallisation, bains de gravure électroniques, photolithographie, produits chimiques électroniques, additifs pour fluides hydrauliques, nettoyeurs, vernis à plancher, film photographique, nettoyeurs pour prothèses dentaires, shampoings, intermédiaires chimiques, additifs de revêtement, insecticide	680 tonnes

2.5.2 Déchets mis en décharge et menace de rejet futur

Au cours des 60 dernières années, des dizaines de milliers de tonnes de SPFO et de composés connexes ont été éliminées dans des produits (p. ex., tapis, textiles, papier et meubles) vers les sites d'enfouissement. Le SPFO ne se dégrade pas dans les sites d'enfouissement, même après la dégradation des matériaux de base du produit, comme les polymères fluorés à chaîne latérale sur les tapis, les textiles ou le papier, ce qui peut prendre des décennies ou des siècles.^{27,28,29,30} Les composés finiront par migrer dans des liquides dans l'enfouissement, puis dans des systèmes de collecte du lixiviat ou directement dans le milieu naturel et représentent un risque actuel et futur.^{27,31} SPFO (et autres PFAS) peuvent alors contaminer les approvisionnements en eau potable, être absorbés par des plantes comestibles et bioaccumulables dans la chaîne alimentaire. Par conséquent, l'enfouissement du SPFO et des composés connexes contenant des déchets n'est pas une solution viable. La gestion écologiquement rationnelle des stocks de mousse d'extinction des incendies et des déchets qui contiennent ou peuvent contenir du SPFO (et d'autres substances à action préventive) est un défi, en particulier pour les pays dont la capacité de destruction est limitée ou n'existe pas.^{27,31}

²⁶ 3M Company (2000) Perfluorochimiques sulfonés dans l'environnement : sources, dispersion, devenir et effets, Tech. Rép. AR226-0620,

²⁷ Conseil nordique des ministres (2019) Le coût de l'inaction - Analyse socioéconomique des répercussions environnementales et sanitaires liées à l'exposition aux SPFA. TemaNord 2019:516.

²⁸ Washington, J.W., Jenkins, T.M., Rankin, K. and Naile, J.E., (2015). Dégradation à l'échelle des décennies de polymères commerciaux à chaîne latérale et à base de fluorotélomères dans les sols et l'eau. *Environmental Science & Technology*, 49(2), 915-923.

²⁹ Washington JW, Ellington J.J, Jenkins TM, Evans JJ, Yoo H, Hafner, SC (2009). Dégradabilité d'un polymère de fluorotélomère lié à l'acrylate dans le sol. *Environmental Science & Technology*, 43(17), 6617-6623.

³⁰ Li L, Liu J, Hu J, Wania F (2017). La dégradation des polymères à base de télomères fluorés contribue à l'occurrence mondiale d'alcool de télomère et de carboxylates de perfluoroalkyles : une analyse combinée du flux dynamique de substances et de la modélisation du devenir environnemental. *Environmental Science & Technology*, 51(8), 4461-4470.

³¹ Weber R, Watson A, Forter M, Oliaei F. (2010). Polluants organiques persistants et décharges – un examen des expériences passées et des défis futurs. *Waste Management and Research*. 107-121.

3 APFO et composés connexes à l'APFO

3.1 Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention

L'APFO, ses sels et les composés apparentés à l'APFO appartiennent à la grande famille des SPFA. Les acides perfluorés, comme l'APFO, ne sont pas dégradables dans des conditions environnementales normales dans le sol et l'eau. Ces SPFA qui peuvent être dégradés en APFO dans l'environnement ou les organismes sont appelés composés apparentés à l'APFO.³² Une liste indicative de substances visées par la liste de l'acide perfluorooctanoïque (APFO), de ses sels et des composés apparentés à l'APFO a été élaborée par le POPRC, y compris plus de 100 substances.³²

L'APFO est très persistant, bioaccumulable et toxique pour les humains et d'autres biotes. Des informations détaillées pour l'inscription ont été compilées dans le profil de risque et³³ le RME de l'APFO.³⁴

L'APFO a été inscrite en 2019 à l'annexe A avec des exemptions spécifiques pour la production et l'utilisation (Tableau 7) et une nouvelle partie X à l'annexe A.³⁵ Aucune des exemptions spécifiques n'est encore arrivée à échéance.

Tableau 6. Identification chimique et propriétés de l'APFO, de ses sels et des composés liés à l'APFO^{33,34}

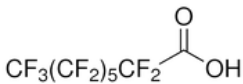
Nom chimique :	Octanoic acid, 2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-pentadecafluoro-	
Synonymes/ abréviations	Acide perfluorooctanoïque; APFO; pentadecafluoro-1-octanoic acid; perfluorocaprylic acid; perfluoro-n-octanoic acid; pentadecafluoro-n-octanoic acid; pentadecafluorooctanoic acid; -acide n-perfluorooctanoïque; 1-octanoic acid, 2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-pentadecafluoro	
Numéro de registre CAS :	335-67-1 (APFO)	
Noms commerciaux :	Aucun	
Structure :	 <chem>CF3(CF2)5CF2C(=O)OH</chem>	Poids moléculaire : 414.07 g/mol Formule moléculaire : C ₈ H _F 15O ₂

Tableau 7. Liste des exemptions spécifiques pour l'APFO (décision SC-9/12)

Produit chimique	Activité	Exemptions spécifiques
Acide perfluorooctanoïque (APFO), ses sels et les composés connexes à l'APFO désignent :	Production	• Mousse de lutte contre les incendies : Aucun • Pour les autres productions, comme autorisé pour les Parties inscrites au Registre conformément aux dispositions de la partie X de l'annexe A
	Utilisation	• Photolithographie ou procédés de gravure dans la fabrication de semi-conducteurs

³² Liste indicative des substances couvertes par la liste de l'acide perfluorooctanoïque (APFO), de ses sels et des composés connexes. UNEP/POPS/POPRC.19/INF/16.

³³ Profil de risque pour l'acide pentadéfluorooctanoïque (APFO, acide perfluorooctanoïque), ses sels et les composés connexes. Comité d'examen des polluants organiques persistants. 2016; PNUE/POPS/POPRC. 12/11/Add.2.

³⁴ Évaluation de la gestion des risques liés à l'acide pentadéfluorooctanoïque (APFO, acide perfluorooctanoïque), à ses sels et aux composés connexes. Comité d'examen des polluants organiques persistants. 2017; UNEP/POPS/POPRC.13/7/Add.2.

³⁵ Décision SC-9/12 : Inscription de l'acide perfluorooctanoïque (APFO), de ses sels et des composés connexes.

Produit chimique	Activité	Exemptions spécifiques
(i) l'acide perfluorooctanoïque (APFO; No CAS 335 67 1), y compris ses isomères ramifiés; (ii) ses sels; (iii) Composés apparentés à l'APFO qui, aux fins de la Convention, sont des substances qui se dégradent en APFO, y compris toutes les substances (y compris les sels et les polymères) ayant un groupe perfluoroheptyle linéaire ou ramifié avec la partie (C7F15)C comme élément structurel		• Revêtements photographiques appliqués aux films • Textiles pour la protection des travailleurs contre les liquides dangereux qui présentent un risque pour leur santé et leur sécurité • Dispositifs médicaux invasifs et implantables • Mousse de lutte contre l'incendie pour la suppression des vapeurs de combustible liquide et les incendies à combustible liquide (feux de classe B) dans les systèmes installés, y compris les systèmes mobiles et fixes, conformément au paragraphe 2 de la partie X de l'annexe A • Utilisation de l'iodure de perfluorooctyle pour la production de bromure de perfluorooctyle en vue de la fabrication de produits pharmaceutiques, conformément aux dispositions du paragraphe 3 de la partie X de l'annexe A • Fabrication de polytétrafluoroéthylène (PTFE) et de fluorure de polyvinylidène (PVDF) pour la production de : • Membranes de filtration haute performance, résistantes à la corrosion, membranes de filtration d'eau et membranes pour textiles médicaux • Equipement d'échangeur de chaleur industriel • Des mastics industriels capables d'empêcher la fuite de composés organiques volatils et de particules PM2,5 • Fabrication de polyfluoroéthylène propylène (FEP) pour la production de fils et câbles électriques haute tension pour le transport d'énergie • Fabrication de fluoroélastomères pour la production de joints toriques, de courroies trapézoïdales et d'accessoires en plastique pour l'intérieur des voitures

3.2 Production

Selon le profil de risque³³, entre 3.600 et 5.700 tonnes d'APFO (acide ammonium perfluorooctanoïque) ont été produites dans le monde entier de 1951 à 2004. La production totale de 1951 à 2020 est estimée à 9.500 t.⁵

Les iodures perfluoroalkyliques (PFAS) sont des composés apparentés à l'APFO lorsqu'ils contiennent sept carbones perfluorés ou plus. Ils sont utilisés depuis 1961 pour fabriquer des produits à base de télomères fluorés, tels que les diesters phosphatés de télomères (diPAPs), les acides sulfoniques de télomères fluorés (FTSAs) et les éthoxylates de télomères fluorés (FTEOs), qui sont largement utilisés comme agents de traitement de surface et comme tensioactifs fluorés.³⁶ La production de PFAS a été estimée à 171.000 tonnes entre 1961 et 2015.³⁶

L'APFO a été fabriqué par deux voies de synthèse, à savoir la fluoration électrochimique (ECF) du fluorure d'acide octanoïque (FCO, C[7]_[H][15]_C), et l'oxydation de l'iodure de perfluorooctyle (PFOI). La production d'APFO a diminué dans les entreprises américaines, européennes et japonaises en raison de l'élimination volontaire. Toutefois, la production a augmenté en Chine de 30 t en 2004 à environ 90 t en 2012³⁷ avec une quantité de production actuelle qui reste inconnue.

³⁶ PNUE (2023) Guide pour la préparation des inventaires de SPFO, APFO et PFHxS. Secrétariat des conventions de Bâle, de Rotterdam et de Stockholm.

³⁷ Li L, Zhai Z, Liu J, Hu J (2015) Estimation des rejets dans l'environnement de l'acide perfluorooctanoïque et de ses sels en Chine, à l'échelle industrielle et domestique, de 2004 à 2012, Chemosphere, 129:100-109.

L'APFO est également produit involontairement lors de la décomposition thermique des fluoropolymères tels que le polytétrafluoroéthylène (PTFE; Téflon) provenant de l'incinération des déchets solides municipaux (pyrolyse) avec des installations d'incinération inappropriées ou à combustion ouverte à des températures modérées.³³

3.3 Utilisation

En raison de leurs propriétés physico-chimiques, l'APFO, ses sels et les composés connexes à l'APFO sont utilisés dans un large éventail d'applications dans l'industrie et les produits de consommation dans différents secteurs. Une liste des utilisations courantes est établie sous forme d'exemptions dans la Convention de Stockholm (Tableau 7). Par le passé, les plus grandes quantités étaient utilisées pour la production de fluoroélastomères et de fluoropolymères, avec des rejets et une contamination de l'eau potable dans les environs de ces sites de production.^{38,39} Cela inclut, par exemple, la production de fluoropolymères PTFE et PVDF, les membranes connexes et les ustensiles de cuisine antiadhésifs. On a également trouvé des composés connexes à l'APFO dans les polymères fluorés à chaîne latérale (PCCL) largement utilisés pour le traitement de surface des textiles, des tapis et du papier.⁴⁰ De plus, des composés liés à l'APFO sont utilisés comme agents tensioactifs et agents de traitement de surface dans les peintures, les encres et les mousses d'extinction des incendies.^{33,34}

L'utilisation actuelle de l'APFO est indiquée dans la liste des exemptions (Tableau 7) et la liste des exemptions spécifiques enregistrées (Tableau 8). Étant donné que l'évaluation de l'utilisation de l'APFO par les Parties est toujours en cours et que la plupart des pays n'ont pas encore élaboré d'inventaire, la liste des demandes d'exemption devrait s'allonger. Étant donné que plusieurs pays, dont la Chine et l'Inde, n'ont pas encore ratifié l'inscription de l'APFO sur la liste, il existe une incertitude supplémentaire quant à sa production et son utilisation.

La détermination des composés connexes à l'APFO dans les produits ou mélanges qui définissent si un produit chimique, un mélange ou un produit contient un ou plusieurs composés connexes à l'APFO est une complexité majeure. Les mélanges complexes de SPFA sont inclus dans des mélanges de produits, comme ceux utilisés dans les agents de finition des textiles⁴¹ ou les mousses d'incendie et les tensioactifs fluorés connexes. Dans ces mélanges, l'APFO et les substances connexes à l'APFO sont présentes dans une large gamme de concentrations (p. ex., le composé 8:2 FTOH apparenté à l'APFO a été détecté jusqu'à 1,85 g/L dans⁴² des tensioactifs fluorocarbonés pour la mousse d'extinction d'incendie)⁴² APFO n'est parfois reconnu qu'après la dégradation oxydative de mélanges ou de matériaux avec le précurseur total oxydable (TOP)^{41,42,43}

³⁸ Hu X C, Andrews DQ, Lindstrom A et al. (2016) Detection of Poly- and Perfluoroalkyl Substances (PFASs) in U.S. Drinking Water Linked to Industrial Sites, Military Fire Training Areas, and Wastewater Treatment Plants. *Environ. Sci. Technol. Lett.* 3, 344-350.

³⁹ Qu Y, Huang J, Willand W, Weber R (2020) Occurrence, élimination et émission de substances alkylées perfluorées et polyfluorées (PFAS) dans l'industrie du chromage : une étude de cas dans le sud-est de la Chine. *Contaminants émergents* 6, 2020, 376-384. <https://doi.org/10.1016/j.emcon.2020.10.001>.

⁴⁰ OCDE (2022) Rapport de synthèse sur la compréhension des polymères fluorés à chaîne latérale et de leur cycle de vie, Série de l'OCDE sur la gestion des risques, no 73. Environnement, santé et sécurité, Direction de l'environnement, OCDE.

⁴¹ Mumtaz M, Bao Y, Li W, Kong L, Huang J et Yu G (2019). Dépistage des agents de finition textiles disponibles sur le marché chinois : une source importante de substances perfluoroalkyles et polyfluoroalkyliques pour l'environnement. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, 13(5), 1-10.

⁴² Liu, L., Lu, M., Cheng, X., Yu, G. et Huang, J., (2022). Dépistage suspect et analyse non ciblée de substances perfluoroalkyles et polyfluoroalkyliques dans des tensioactifs fluorés représentatifs, des mousses filmogènes aqueuses et de l'eau impactée en Chine. *Environment International*, 167, 107398.

⁴³ PNUE (2021). Projet d'orientation sur l'échantillonnage, le dépistage et l'analyse des polluants organiques persistants dans les produits et le recyclage. Secrétariat des conventions de Bâle, de Rotterdam et de Stockholm, Genève.

Tableau 8. Registre des exemptions spécifiques de l'APFO, de ses sels et des composés connexes à l'APFO

Exemption spécifique	Parties	Date d'expiration	Quantité de production/ utilisation
Production*			
Pour la production autre que de mousse d'extinction, comme autorisé pour les Parties inscrites au registre conformément aux dispositions de l'annexe A partie X	UE et Suisse	UE (03/12/2025) Suisse (non fourni)	Non fourni
Utilisation			
Photolithographie ou procédés de gravure dans la fabrication de semi-conducteurs	UE, Norvège, Suisse	UE/Norvège (04/7/2025) Suisse (non fourni)	Non fourni
Revêtements photographiques appliqués aux films	UE, Nouvelle-Zélande, Norvège, Suisse	UE et Norvège (04/07/2025) Nouvelle-Zélande et Suisse (non indiqué)	Non fourni
Textiles pour la protection des travailleurs contre les liquides dangereux qui présentent un risque pour leur santé et leur sécurité	UE, Norvège, Suisse	UE et Norvège (04/07/2023) Suisse (non indiqué)	Non fourni
Dispositifs médicaux invasifs et implantables	UE, Norvège, Suisse	UE, Norvège (04/07/2025) Suisse (non indiqué)	Non fourni
Mousse de lutte contre les incendies pour la suppression des vapeurs de combustible liquide et les feux de combustible liquide (incendies de classe B) dans les systèmes installés (systèmes mobiles et fixes)	UE, Nouvelle-Zélande, Norvège	UE, Norvège (04/07/2025) Nouvelle-Zélande (non indiqué)	Non fourni
Utilisation de l'iodure de perfluorooctyle pour la production de bromure de perfluorooctyle en vue de la fabrication de produits pharmaceutiques	UE, Norvège, Suisse	UE (Révision et évaluation au 31/12/2026, tous les quatre ans par la suite et au 31/12/2036; Norvège et Suisse (non fournis)	Non fourni
Fabrication de polytétrafluoroéthylène (PTFE) et de fluorure de polyvinylidène (PVDF) pour la production de membranes de filtres à gaz, de membranes filtrantes à l'eau et de membranes résistantes à la corrosion pour les textiles médicaux	UE, Norvège, Suisse	UE, Norvège (04/07/2023)	Non fourni

**Ceci fait référence à l'utilisation de l'APFO ou de substances connexes dans la production, et non pas à la production de l'APFO elle-même.*

3.4 Commerce

L'APFO et les composés connexes sont probablement commercialisés comme produits chimiques, dans des mélanges (p. ex., finitions textiles⁴¹ ou agents tensioactifs fluorés pour les mousses anti-incendie⁴²) et dans des produits (p. ex., mousse anti-incendie⁴² ou textiles). Cependant, il n'existe pas encore de code SH spécifique pour l'APFO et les composés apparentés à l'APFO. Par conséquent, le commerce de l'APFO et des composés apparentés ne peut être retracé par les codes du SH.

Pour les importations dans l'Union européenne, on estime que l'APFO et ses composés sont principalement importés dans des produits tels que les vêtements d'extérieur, les vêtements de protection, les membranes pour vêtements, les textiles et les tissus d'ameublement traités, les vêtements médicaux non tissés traités, finitions du cuir, tapis, agents d'imprégnation/imperméabilisants, mousses anti-incendie, papier traité, peintures et encres, agents de nettoyage, cires pour sols/mastics d'étanchéité, lubrifiants et rubans d'étanchéité.³³ Le plus grand volume d'APFO importé, les sels et composés liés à l'APFO dans l'UE proviennent des textiles (principalement des vestes de plein air) avec 1.000-10.000 tonnes jusqu'en 2015. La quantité annuelle importée d'APFO dans les produits a diminué après 2015 en raison de la disponibilité de substituts.³³ Les échanges et les importations d'APFO et de composés connexes dans les produits sont donc probablement les plus pertinents pour la plupart des pays.

3.5 Produits en cours d'utilisation/stocks et déchets contenant de l'APFO et des composés connexes

3.5.1 Produits en cours d'utilisation et déchets

Une utilisation importante de l'APFO et des composés connexes a été faite dans les polymères fluorés à chaîne latérale, comme les polymères (méth)acylates fluorés, les polymères d'uréthane fluorés ou les polymères oxéthanes fluorés.⁴⁴ Ces polymères sont utilisés pour le traitement de surface des fibres plastiques sur les tapis, les meubles (textiles) et autres textiles afin de repousser l'eau, l'huile et la saleté. Les principaux produits en cours d'utilisation et déchets connexes contenant de l'APFO et des composés apparentés sont les vêtements d'extérieur traités, les vêtements de protection, les membranes de fluoropolymères pour les vêtements, les textiles et les tissus d'ameublement traités, les vêtements médicaux non tissés traités, les tapis, le papier traité, Finition du cuir, imprégnation par pulvérisation/imperméabilisation, mousses d'incendie, peintures et encres, cires de plancher/mastics d'étanchéité pour le bois et rubans de scellants à base de fluoropolymères.³³ Il est probable que des stocks de mousses anti-incendie contenant des SPFA, y compris l'APFO, soient présents dans les bases militaires, les aéroports, les installations et les plates-formes pétrolières et autres installations.

L'APFO est produit et utilisé depuis les années 1960 (Figure 1) et une partie de ces produits a donc été mise en décharge (voir la section 3.5.2). Puisque la production et l'utilisation de l'APFO ont été les plus importantes au cours des 30 dernières années (Figure 1), une grande partie des produits est encore utilisée.

3.5.2 Déchets mis en décharge comme source et menace de rejets futurs

Au cours des 60 dernières années, des milliers de tonnes d'APFO et de composés connexes ont été éliminées dans les décharges de textiles, de tapis, de papier ou de fluoropolymères. Comme cela a déjà été décrit pour le SPFO (section 2.5.2), l'APFO ne se dégrade pas non plus dans les sites d'enfouissement même après la dégradation des matériaux de base du produit tels que les fluoropolymères à chaîne latérale, ce qui pourrait prendre des décennies ou des siècles.^{28,29,31} Les composés finiront par migrer dans les liquides des sites d'enfouissement, puis dans les systèmes de collecte du lixiviat ou directement dans l'environnement.^{27,45} Ils peuvent ensuite contaminer les réserves d'eau potable, être absorbés par les plantes comestibles et se bioaccumuler dans la chaîne alimentaire. Par conséquent, l'enfouissement des déchets contenant de l'APFO et des composés

⁴⁴ Buck RC, Franklin J, Berger U, et al. (2011). Substances perfluoroalkyles et polyfluoroalkyles dans l'environnement : terminologie, classification et origines. Évaluation et gestion environnementales intégrées, 7(4), 513-541.

⁴⁵ Weber R, Watson A, Forter M, Oliaei F. (2010). Polluants organiques persistants et décharges - un examen des expériences passées et des défis futurs. Waste Management and Research. 107-121.

connexes n'est pas une solution viable. La gestion écologiquement rationnelle est un défi, en particulier pour les pays qui n'ont pas ou peu de capacité de destruction.^{27,31}

4 Perfluorohexane acide sulfonique (PFHxS) et composés connexes

4.1 Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention

L'acide perfluorohexane sulfonique (PFHxS), ses sels et les composés connexes au PFHxS appartiennent à la grande famille des PFSA. Le PFHxS est extrêmement persistant dans l'environnement. En 2022, la Conférence des Parties a inscrit le PFHxS, ses sels et les composés connexes au PFHxS à l'annexe A de la Convention sans exemption spécifique (décision SC-10/13⁴⁶). Le groupe des PFHxS, de ses sels et des composés connexes aux PFHxS comprend les isomères linéaires et ramifiés, y compris les substances suivantes⁴⁶.

(i) Acide perfluorohexane sulfonique (no CAS : 355-46-4, PFHxS)

(ii) Ses sels

(iii) Toute substance qui contient la fraction chimique $C_6F_{13}SO_2$ comme l'un de ses éléments structuraux et qui se dégrade potentiellement en PFHxS

Plus de 75 composés apparentés au PFHxS ont été identifiés.⁴⁷ Les PFHxS et les composés connexes possèdent des propriétés uniques semblables à celles du SPFO, qui sont très résistants au frottement, à la chaleur, aux agents chimiques et à une faible énergie de surface, et ils sont utilisés comme répulsifs pour l'eau, la graisse, l'huile et le sol.⁴⁸ PFHxS est un acide fort avec six carbones entièrement fluorés, ayant des propriétés hydrophobes et hydrophiles. Le PFHxS est très résistant à la dégradation chimique, thermique et biologique grâce à ses liaisons carbone-fluor et cette résistance à la dégradation fait qu'il persiste dans l'environnement. Les concentrations de PFHxS sont présentes dans le biote et chez l'homme, et son élimination prend environ huit ans. PFHxS réduit l'activité neuronale impliquée dans l'apprentissage et la mémoire chez les rats adultes. Chez l'homme, le PFHxS a des effets néfastes sur le système nerveux, le système immunitaire, le développement du cerveau et le système endocrinien, comme les hormones thyroïdiennes.

Des informations détaillées ont été compilées dans le profil de risque⁴⁹ et le RME.⁵⁰

Tableau 9. Identification chimique et propriétés des PFHxS, de ses sels et des composés connexes aux PFHxS

Nom chimique:	Acide perfluorohexane-1-sulfonique (PFHxS)
Synonymes/ abréviations:	PFHxS PFHS, acide tridéfluoroohexane-1-sulfonique, acide tridéfluoroohexane-1-sulfonique, acide tridéfluoro-1,1,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridéfluoroohexane-1-sulfonique, acide tridéfluoro-1,1,2,2,3,4,4,5,6,6,6-tridéfluoro-1-hexanesulfonic

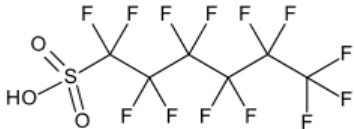
⁴⁶ PNUE (2022) SC-10/13 : Inscription de l'acide perfluorohexane sulfonique (PFHxS), de ses sels et des composés apparentés au PFHxS.

⁴⁷ PNUE (2019) Liste indicative initiale de l'acide perfluorohexane sulfonique (PFHxS), de ses sels et des composés apparentés au PFHxS. UNEP/POPS/POPRC.15/INF/9

⁴⁸ <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-PUB-factsheet-PFHxS-2020.English.pdf>

⁴⁹ PNUE (2018) Profil de risque pour l'acide perfluorohexane sulfonique (PFHxS), ses sels et les composés apparentés au PFHxS Persistant. Comité d'examen des polluants organiques. PNUE/POPS/POPRC.14/6/Add.1,

⁵⁰ PNUE (2019) Évaluation de la gestion des risques sur l'acide perfluorohexane sulfonique (PFHxS), ses sels et les composés liés au PFHxS. UNEP/POPS/POPRC.15/7/Add.1

Noms commerciaux:	RM70 (no CAS : 423-50-7), RM75 (no CAS : 3871-99-6) et RM570 (no CAS : 41997-13-1) (substances connexes aux PFHxS produites par Miteni SpA, Italie). Tensioactif fluorochimique de marque FC-95 Fluorad (no CAS : 3871-99-6). Contient des PFHxS-K produits par 3M	
Numéro de registre CAS:	355-46-4	
Structure:		Poids moléculaire : 400.11 Formule moléculaire : C ₈ F ₁₇ SO ₃ H

4.2 Production

4.2.1 Production intentionnelle

La production historique a été principalement effectuée par 3M (environ 227 tonnes en 1997 et donc environ 10 % de SPFO), qui a progressivement abandonné sa production d'acides perfluoroalkyl sulfoniques (APFS) en 2002.⁴⁹ Fournisseurs, anciens fabricants ou fournisseurs actuels de PFHxS, ses sels et composés connexes au PFHxS comprennent un fabricant d'Italie (Miteni) et certains de Chine. Environ 6 tonnes de PFHxS ont été produites en 2003 en Italie, ce qui a mis fin à la production en 2013.⁵¹ Pour un important producteur de SPFA en Chine (usine chimique de Hengxin), la production annuelle de PFHxS en 2011 était de 30 tonnes avec une interruption de production en 2012.⁴⁹

Les données les plus récentes pour la production de PFHxS⁵² étaient d'environ 700-750 kg en 2012 et ont diminué à moins de 700kg en 2016 des producteurs chinois.^{51,53} La Chine a interdit la production, l'exportation et l'utilisation de PFHxS en 2023.⁵⁴

4.2.2 Production non intentionnelle

PFHxSF a été produit involontairement comme sous-produit de la fluoration électrochimique (FCE) du fluorure d'octanesulfonyle ou du chlorure, le procédé pour produire FSPFO.⁵⁵ Les concentrations de PFHxS détectées dans les produits commerciaux contenant du SPFO étaient de 3,5 à 9,8 % dans le FC-95 de 3M⁵⁶ (3M, 2015) et de 11,2 à 14,2 % dans trois produits provenant de la Chine.⁵⁵ Supposant environ 10 % du sous-produit dans la production totale de SPFO (68.000 t⁵ à 96.000 t¹⁵; Section 2.2), un total de 7.000 à 10.000 tonnes de PFHxS pourrait avoir été fabriqué dans la production de SPFO.

⁵¹ ECHA (2019) Annexe XV Rapport de restriction Proposition de restriction - Dénomination de la substance : acide perfluorohexane sulfonique (PFHxS), ses sels et substances apparentées aux PFHxS.

⁵² Selon une estimation tirée d'un rapport de marché et fondée sur une extrapolation à partir d'utilisations antérieures, la production de FSPFO pourrait dépasser 80 tonnes en 2020. Toutefois, cette estimation doit être traitée avec prudence, car aucune information ne permet de corroborer l'extrapolation et il n'y a pas de producteur confirmé.

⁵³ Agence norvégienne de l'environnement (2017). Surveillance des contaminants environnementaux dans l'air et les précipitations. Rapport M-757/2017. <http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/2017/September-2017/Monitoring-of-environmental-contaminants-in-air-and-precipitation>

⁵⁴ Ministère chinois de l'écologie et de l'environnement. (2023). Liste des nouveaux polluants à contrôler en priorité (version finale 2023)

⁵⁵ Jiang W, Zhang Y, Yang L, Chu X et Zhu L (2015). Acides perfluoroalkyliques (APFA) avec analyse des isomères dans les produits commerciaux de SPFO et d'APFO en Chine. *Kémosphère*, 127, 180-187.

⁵⁶ 3M (3M Canada Company) (2015). Fiche de données de sécurité – FC-95 Fluorad Marque fluorochimique tensioactif.

4.3 Utilisation de PFHxS

PFHxS a été utilisé dans la même application que le SPFO (et l'APFO) et en partie remplacé par du SPFO. Les PFHxS et les substances connexes ont été utilisées intentionnellement au moins dans les applications suivantes : mousses filmogènes aqueuses (FFFA) pour la lutte contre les incendies; placage métallique; textiles, cuir et tissus d'ameublement; (4) les agents de polissage et les agents de nettoyage/lavage; les revêtements, l'imprégnation/la protection contre l'humidité, les champignons, etc.); et dans la fabrication de l'électronique et des semi-conducteurs. En outre, les autres catégories d'utilisation potentielles peuvent inclure les pesticides, les ignifugeants, le papier et les emballages, et l'industrie pétrolière.

Les données les plus récentes sur la répartition de l'utilisation des PFHxS datent de 2016 (date de la dernière production confirmée) et on estime qu'environ 66 % des PFHxS ont été utilisés dans les mousses anti-incendie, environ 22 % dans le traitement des textiles et 12 % dans d'autres applications (non précisé).⁵⁵

4.4 Commerce de PFHxS

Le PFHxS, ses sels et les composés connexes au PFHxS ont été inscrits dans des inventaires nationaux de produits chimiques (p. ex., le système de notification d'inventaire de l'ECHA de l'UE, l'Australie, la Nouvelle-Zélande, le Canada, la Chine, le Japon et les États-Unis), ce qui indique les importations historiques ou les utilisations de produits contenant ces substances. Cependant, ni le PFHxS ni aucun des composés considérés comme des substances connexes au PFHxS comme le PFHxSF ne sont enregistrés en vertu du règlement REACH (enregistrement, évaluation, autorisation et restriction des produits chimiques) de l'UE.

Comme on ne connaît pas de production actuelle et que la production annuelle au cours des cinq dernières années était probablement inférieure à 1 t/an (section 4.2), le commerce est probablement faible ou n'existe pas.

Comme pour le SPFO et l'APFO, les mélanges techniques de SPFA peuvent contenir du PFHxS en tant qu'impureté⁴² et peuvent être commercialisés dans des produits.

PFHxS et composés connexes n'ont pas encore de codes SH spécifiques. Par conséquent, le commerce de PFHxS et des composés connexes n'est pas suivi dans la base de données Comtrade de l'ONU (contrairement au SPFO avec des codes SH spécifiques; Section 2.4).

4.5 Produits en cours d'utilisation/stocks et déchets contenant des SPFO et des composés apparentés

4.5.1 Produits en cours d'utilisation et déchets

Comme la plus grande quantité de PFHxS a été produite par 3M avant 2002, les principaux produits comme la mousse anti-incendie, les textiles, le cuir ou les tissus d'ameublement ont été éliminés en grande partie dans des décharges présentant un risque de rejet (voir la section 2.5.2). Certains produits à longue durée de vie, comme les tapis synthétiques, sont encore utilisés dans une certaine mesure. Les mousses anti-incendie ont également une longue durée de vie et ont été produites au moins jusqu'en 2017. Les SPFO dans la mousse de lutte contre l'incendie pourraient encore être stockés, notamment dans les installations fixes et les secteurs d'utilisation majeure comme les raffineries, les sites de production et de stockage du pétrole, les aéroports, les centrales électriques ou les installations militaires.⁵⁷ Les tapis, le cuir et les textiles traités au SPFA peuvent également contenir des PFHxS. En raison de la production/utilisation considérablement plus faible de PFHxS par rapport au SPFO, les produits en stock et les déchets sont plus petits.

⁵⁷ Voir p. ex., l'inventaire du SPFO au Japon; Gouvernement du Japon (2020) Le plan national de mise en œuvre du Japon dans le cadre de la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants.

4.5.2 Déchets mis en décharge et menace de rejet futur

Le PFHxS ne se dégrade pas dans les sites d'enfouissement semblables aux SPFO et APFO. Le PFHxS dans les sites d'enfouissement finiront par migrer vers les liquides présents dans le site d'enfouissement, puis vers les systèmes de collecte des lixiviats ou directement dans l'environnement naturel,^{27,58} et peuvent ensuite contaminer les réserves d'eau potable, être absorbés par les plantes comestibles et s'accumuler dans la chaîne alimentaire. Dans les lixiviats de décharge, les concentrations de PFHxS étaient à un niveau semblable à celles du SPFO.^{59,60} La gestion écologiquement rationnelle des déchets de PFHxS est un défi, en particulier pour les pays qui n'ont pas ou peu de capacité de destruction.^{27,31}

5 Paraffines chlorées à chaîne courte (PCCC)

5.1 Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention

Les paraffines chlorées (PC) sont des composés organochlorés semi-volatils fabriqués en grands volumes de production (environ 1 million de tonnes/an).^{55, 61, 62} Chimiquement, ce sont des hydrocarbures non ramifiés polychlorés avec différentes teneurs en chlore et longueurs de chaîne. Les PC sont classés selon la longueur de leur chaîne en PC à chaîne courte (PCCC; C₁₀ à C₁₃) (Tableau 10), PC à chaîne moyenne (PCCM; C₁₄ to C₁₇) et les PC à longue chaîne (PCCL; C_{≥18}).

Les PCCC sont des substances dangereuses pour l'environnement et la santé humaine. Les données disponibles indiquent que les PCCC sont persistantes, bioaccumulables et toxiques, en particulier pour les organismes aquatiques. Les PCCC sont suffisamment persistantes dans l'air pour être transportées sur de longues distances. De nombreuses PCCC s'accumulent dans le biote; la concentration moyenne de PCCC dans le lait maternel est la deuxième concentration la plus élevée de POP à l'échelle mondiale, seulement dépassée par le DDT.⁶³ Des informations détaillées sont fournies dans le profil de risque⁶⁴ et l'évaluation de la gestion du risque.⁶⁵ Les informations sur l'identité chimique et les structures sont présentées dans le Tableau 10.

Les PCCC contenant plus de 48 % de chlore en masse ont été inscrites à l'annexe A de la Convention de Stockholm en 2019, avec un large éventail d'exemptions spécifiques couvrant la plupart des principaux domaines d'application⁶⁶ (Tableau 11). Les PCCC, les PCCL ou autres mélanges de PC contenant plus de 1 % de PCCC sont également des POP.⁶¹ Les PCCM avec une

⁵⁸ Weber R, Watson A, Forter M, Oliaei F. (2010). Polluants organiques persistants et décharges - un examen des expériences passées et des défis futurs. Waste Management and Research. 107-121.

⁵⁹ Busch J, Ahrens L, Sturm R, Ebinghaus R (2010). Composés polyfluoroalkyles dans les lixiviats des sites d'enfouissement. Environmental Pollution, 158(5), 1467-1471. Weber R, Watson A, Forter M, Oliaei F. (2010). Polluants organiques persistants et décharges - un examen des expériences passées et des défis futurs. Waste Management and Research. 107-121.

⁶⁰ Kim JW, Tue NM, Isobe T, Misaki K, Takahashi S, Viet PH, Tanabe S. (2013) Contamination par des composés perfluorés dans l'eau à proximité des sites de recyclage et d'élimination des déchets au Viêt Nam. Environmental monitoring and assessment, 185, 2909-2919.

⁶¹ PNUE (2019) Directives détaillées sur la préparation des inventaires de paraffines chlorées à chaîne courte. Ébauche. UNEP/POPS/COP.9/INF/19

⁶² Chen C, Chen A, Zhan F, Wania F, Zhang S, Li L, Liu J (2022) Production mondiale historique, utilisation, stocks en cours d'utilisation et émissions de paraffines chlorées à chaîne courte, moyenne et longue, Environmental Science and Technology. 56, 7895–7904. + informations complémentaires.

⁶³ Krätschmer K, Malisch R, Schächtele A, Vetter W (2019) POP dans le lait maternel de 65 pays échantillonnés entre 2000 et 2012. Laboratoire de référence OMS et UE pour les POP.

⁶⁴ PNUE/POPS/POPRC.11/10/Add.2 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.11-10-Add.2.English.pdf>

⁶⁵ PNUE/POPS/POPRC.12/11/Add.3 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.12-11-Add.3.English.pdf>

⁶⁶ Décision SC-8/11; <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.8-SC-8-11.English.pdf>

teneur en chlore de 45 %, ont été recommandés par le POPRC comme POP pour inscription à la COP12 en 2025.⁶⁷

Comme la production mondiale de PCCC est encore élevée (Section 5.2) et qu'elles ne sont souvent pas commercialisées en tant que PCCC, de nombreux pays utilisent actuellement des mélanges de PC contenant des PCCC et n'en sont pas conscients (Section 18.3). Une seule exemption enregistrée au titre du paragraphe 3 de l'article 4 a été enregistrée pour 15.000 t/an, ce qui souligne qu'il s'agit d'un POP dont la quantité utilisée est la plus élevée jamais enregistrée dans le pays.⁶⁸

Tableau 10. Identification chimique et propriétés des PCCC ^{64,65}

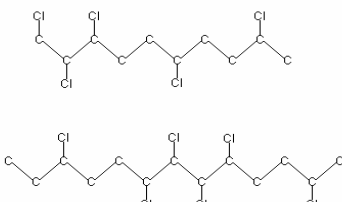
Nom chimique:	Paraffines chlorées à chaîne courte (PCCC)		
Synonymes/abréviations:	Alcanes, chlorés; alcanes (C10-13), chloro-(50 %-70 %); Alcanes (C10-13), chloro-(60 %); alcanes chlorés, paraffines chlorées; chloroalcanes; chlorocarbures; Les alcanes polychlorés; paraffines chlorées.		
Numéro de registre CAS:	No CAS 85535-84-8; No CAS 68920-70-7; No CAS 71011-12-6; No CAS 85536-22-7; No CAS 85681-73-8; No CAS 108171-26-2		
Structure de deux composés PCCC (C ₁₀ H ₁₇ Cl ₅ et C ₁₃ H ₂₂ Cl ₆) :		Formule moléculaire :	C _x H _(2x-y+2) Cl _y , où x=10-13 et y=1-13

Tableau 11. Exemptions spécifiques pour la production et l'utilisation de PCCC,⁶⁶ qui a expiré en décembre 2023⁶⁹

Produit chimique	Activité	Exemptions spécifiques
Paraffines chlorées à chaîne courte (alcanes, C ₁₀₋₁₃ , chloro) ⁺ : hydrocarbures chlorés à chaîne droite dont la longueur de chaîne varie de C ₁₀ à C ₁₃ et dont la teneur en chlore est supérieure à 48 % en poids. Par exemple, les substances portant les numéros CAS suivants peuvent contenir des PCCC : CAS No. 85535-84-8; CAS No. 68920-70-7; CAS No. 71011-12-6; CAS No. 85536-22-7; CAS No. 85681-73-8; CAS No. 108171-26-2.	Production	Dans la mesure permise pour les parties inscrites au registre
	Utilisation	• Additifs dans la production de courroies de transmission dans l'industrie du caoutchouc naturel et synthétique • Pièces de rechange pour bandes transporteuses en caoutchouc dans les industries minières et forestières • Industrie du cuir, en particulier, engraissement dans le cuir • Additifs lubrifiants, en particulier pour les moteurs des automobiles, des générateurs électriques et des installations d'énergie éolienne, ainsi que pour le forage dans l'exploration pétrolière et gazière, les raffineries de pétrole pour produire du diesel • Tubes pour ampoules de décoration extérieure • Peintures imperméabilisantes et ignifuges • Adhésifs • Traitement des métaux

⁶⁷ PNUE (2023) Rapport du Comité d'examen des polluants organiques persistants sur les travaux de sa dix-neuvième réunion. UNEP/POPS/POPRC.19/9.

⁶⁸ <http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/SpecificExemptions/ShortchainchlorinatedparaffinsRoSE/tabid/7595/Default.aspx>

⁶⁹ Décision SC-11/1 Exemptions.

		• Plastifiants secondaires dans le polychlorure de vinyle souple, sauf dans les jouets et les produits pour enfants
--	--	---

5.2 Production de PCCC et de PC contenant potentiellement des PCCC

Les paraffines chlorées, y compris les PCCC, sont produites commercialement depuis les années 1930. La production historique totale de PCCC est estimée à 8.795kt,⁵ 18.525 kt pour les PCCM et 32.500 kt pour tous les PC.⁶² En Inde et en Chine (et dans plusieurs autres pays), les mélanges techniques de PC produits ne sont pas classés selon la longueur des chaînes, mais selon leur teneur en chlore (30 à 70 %) et contiennent souvent des mélanges de PCCC et de PCCM.^{62,70,71} La production de PC dans le monde entier a augmenté au cours des 15 dernières années à plus de 1.300 kt par an.⁵ La plus grande production est en Chine, qui a atteint 1.100 kt en 2014 avec une diminution possible au cours des dernières années.⁶² La deuxième plus grande production est en Inde avec 226,4 kt en 2010 et une augmentation estimée à plus de 350 kt en 2020.⁶² Les productions dans tous les autres pays sont considérablement inférieures, avec un montant annuel de PC pour les dernières années déclarées à 45 kt dans l'UE (2010), 40 kt aux États-Unis (2011), 27 kt en Russie (2011), 20 kt en Égypte (2008), 12 kt en Jordanie (2015) et 10 kt en Afrique du Sud.⁶²

Selon les données mesurées des mélanges de PC et des produits contenant des mélanges de PC et du contenu en PCCC connexe, on estime qu'un maximum de 440 kt/an de PCCC a été produit en 2014, qui ont légèrement diminué, mais avec encore plus de 400 kt/an en 2020.⁶² La production totale de PCCC est estimée à environ 750 kt/an au cours des dernières années.⁶² Il y a donc une grande proportion de ces PC techniques qui sont des mélanges de PCCC et de PCCM, jusqu'à 900.000t de mélanges de PC/an pourraient avoir des teneurs en PCCC supérieures à 1 % (moyenne supérieure à 30 %) et être donc classés comme POP.

Par contre, les pays industrialisés classent normalement la production de PC en fonction de la longueur de la chaîne. La production de PCCC a cessé au Japon en 2006, au Canada en 2008 et dans l'UE et aux États-Unis en 2012. La production et l'exportation de PCCC sont interdites en Chine depuis le 31 décembre 2023.⁵⁴

5.3 Utilisation de PCCC et de PC contenant potentiellement des PCCC

La majeure partie des PC produits historiquement est estimée avoir été utilisée comme additifs dans les produits en PVC, représentant 50 à 66 % pendant la période 2000-2020.⁷¹ Les fluides/lubrifiants de travail sont considérés comme la deuxième utilisation la plus importante, représentant 12 à 29 % entre 1990 et 2020. Des quantités plus faibles ont été utilisées dans le caoutchouc et les autres plastiques (10-14 %), les adhésifs et les produits d'étanchéité (5-6 %) ainsi que les peintures et les vernis (3-10 %).⁷¹

Pour comprendre l'utilisation actuelle des PCCC (et des PCCM), il faudrait examiner l'utilisation actuelle des mélanges de PC produits par la Chine et l'Inde, qui représentent plus de 90 % de la production de PCCC et de PCCM.

Une étude de surveillance a évalué l'utilisation des PCCC (et des PCCP) dans les principaux produits fabriqués en Chine.⁷¹ On estime que 88 % de la production annuelle chinoise de PCCC et 74 % des PCCP sont utilisés dans le PVC plastifié.⁷¹ D'autres utilisations principales d'additifs pour le PC en Chine étaient le caoutchouc (5 % des SCCP et 18 % des PCCM) et des mousses adhésives PUR (5 % des SCCP et 6 % des PCCM).⁷¹ Des fractions mineures ont été utilisées dans les fluides de métallurgie et le cuir (~2 % de PCCC et PCCM). Il n'existe pas d'étude semblable pour l'Inde,

⁷⁰ Chen C, Chen A, Li L, Peng W, Weber R, Liu J (2021) Paraffines chlorées dans des produits chinois par équilibrage de masse à base de détection. Environ Sci Techn. 55, 7335-7343. <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c07058>.

⁷¹ Xia D, Vaye O, Lu R, Sun Y (2021) Résolution des fractions de masse et des groupes de congénères des paraffines chlorées C8 - C17 dans les produits commerciaux : associations avec la caractérisation de la source, Sci. Total Environ. 769, 144701.

mais les producteurs indiens de PC notent que les mêmes catégories d'utilisation que le PVC, les plastiques, le caoutchouc, les lubrifiants, les peintures et les mastics.⁷²

Une étude récente a évalué les importations et l'utilisation des PC au Brésil. L'étude a conclu qu'entre 2014 et 2019, environ 58 % des mélanges techniques de PC importés ont été vendus à l'industrie des polymères (principalement du PVC et d'autres fabricants de plastique) et 22 % aux producteurs de lubrifiants.⁷³ Les autres utilisations au Brésil étaient le caoutchouc, le polyuréthane, les produits d'étanchéité, les peintures, la résine, les lubrifiants pour métaux et les adhésifs.⁷³

Les modes d'utilisation des régions et des pays peuvent varier considérablement selon les industries présentes.^{71,74} Pour les pays qui ne produisent pas de PC, l'un des principaux moteurs des PCCC (et PCCM) en usage est l'importation de produits et de matériaux contenant des PCCC/PCCM comme le PVC plastifié, les produits en caoutchouc (p. ex., courroies transporteuses ou de transmission), mousse PUR, lubrifiants et peintures. Selon l'inventaire initial des PCCC et du PCCM au Nigéria, plus de 37.400 t de PCCC étaient présentes dans les mousses de PVC, de caoutchouc et de PUR importées entre 1996 et 2018.⁷⁵

De nombreuses applications des PCCC ont une longue durée de vie, en particulier dans le secteur de la construction (par exemple, diverses utilisations du PVC, mousse pulvérisable PUR, produits d'étanchéité, peintures et adhésifs).

5.4 Commerce des PCCC

Les PCCC (et les PCCM) ne possèdent pas de codes SH spécifiques^{76,77} et par conséquent une évaluation du commerce mondial basée sur la base de données Comtrade des Nations Unies n'est pas possible. On estime que la Chine n'exporte qu'environ 4 % des PC⁶², soit 16 kt de PCCC et 22,5 kt de PCCM. L'Inde a exporté 42,3 kt et 41,2 kt en 2015 et 2016, respectivement, ce qui représente 15 % des volumes de production en Inde.⁶² Des données ou estimations d'exportation pour les autres pays ne sont pas disponibles et présentent moins d'intérêt en raison de la capacité de production beaucoup plus faible.

Étant donné que la plus grande proportion (95 %) des PCCC et des PCCM en Chine sont utilisés dans des produits qui sont partiellement exportés, le commerce principal de ces produits est principalement dans ces produits, notamment le PVC, la mousse PUR pulvérisée, les produits en caoutchouc et les lubrifiants, produits de moindre importance dans les peintures et le cuir.^{62,71} Ces produits ne sont pas étiquetés et peuvent entrer dans des pays par l'intermédiaire d'importations non couvertes par la procédure de consentement préalable en connaissance de cause (PIC) de Rotterdam (voir section 18.4).

Les estimations initiales des stocks de PC du Nigéria pour les importations de produits en provenance de la Chine par le PCCC et le PCCM (avec facteurs d'impact mesurés/publiés pour la Chine⁷¹) indiquent une quantité totale de PCCC importés dans des produits en PVC plastifié de 1996 à 2018 de 33.712 t, avec des importations plus faibles dans la mousse de pulvérisation PUR (2.331 t) et produits en caoutchouc (1.386 t). La quantité de PCCM importés de Chine au Nigéria dans les produits a été estimée à principalement des produits en caoutchouc (32.317 t) et les importations

⁷² e.g. <https://www.pciplindia.com/product-detail/Chlorinated-Paraffin-#>; <https://www.omal.in/chlorinated-paraffin.php>; <http://www.flowtechgroup.in/products-chlorinated-paraffin.php>; and <https://thesuntek.com/Chlorinated-paraffins.php>

⁷³ Guida Y, Capella R, Kajiwaru N, Babayemi OJ, Torres JPM, Weber R (2022) Approche d'inventaire pour les paraffines chlorées à chaîne courte dans le cadre de la mise en œuvre de la Convention de Stockholm au Brésil. *Chemosphere* 287, 132344.

⁷⁴ Glüge, J., Wang, Z., Bogdal, C., Scheringer, M., Hungerbühler, K., (2016). Production mondiale, utilisation et volumes d'émission de paraffines chlorées à chaîne courte – scénario minimal. *Sci. Total Environ.* 573, 1132–1146.

⁷⁵ Babayemi JO, Nnorom IC, Weber R (2022) Évaluation initiale des importations de paraffines chlorées au Nigeria et nécessité d'améliorer les conventions de Stockholm et de Rotterdam. *Emerg. Contam.* 8, 360-370 <https://doi.org/10.1016/j.emcon.2022.07.004>

⁷⁶ PNUE (2019) Guide pour la préparation des inventaires de paraffines chlorées à chaîne courte (PCCC). Guide détaillé.

⁷⁷ PNUE (2024) Directives techniques générales sur la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de polluants organiques persistants, contenant ces derniers ou contaminés par eux. UNEP/CHW/OEWG.14/INF/5.

de PVC plastifiés (25.599 t) et de PCCP en mousse PUR ont été estimées à 2.020 tonnes.⁷⁵ Cela indique qu'en plus du commerce des mélanges de PC contenant des PCCC, il faut aussi examiner et contrôler les produits contenant des PCCC.

Compte tenu de l'énorme production et du commerce actuels et passés des PCCC, PCCM et autres PC contenant des PCCC,⁶³ ils sont probablement pertinents pour tous les pays, en particulier les pays à revenu faible ou moyen, où les plus fortes teneurs en lait maternel ont également été détectées.⁶⁴

La raison pour laquelle la plupart des pays ne savent pas qu'ils importent des PCCC et d'autres PC contenant des PCCC est probablement que les mélanges commerciaux de PC ne sont pas commercialisés comme PCCC, mais comme mélanges de PC ayant une certaine teneur en chlore (p. ex., CP52), et que dans la plupart des pays, Les PCCC sont importés dans des produits/matériaux comme le PVC, le caoutchouc ou la mousse de pulvérisation PUR. Un seul pays (le Vietnam) a enregistré toutes les exemptions énumérées après avoir évalué qu'environ 15.000 t/an de PCCC sont utilisés dans le pays.

5.5 Utilisation/stock principal de PCCC dans les produits, les déchets et le recyclage

5.5.1 Utilisation/stock principal de PCCC dans les produits

À la fin de 2020, il y avait plus de 13.000 kt, soit 40 % des stocks de PC en cours d'utilisation produits historiquement, dont 2.860 kt de PCCC (22 %) et 8.450 kt de PCCM (65 %).⁶² La majorité des additifs dans les produits en PVC (78%), suivie par le caoutchouc et autres plastiques (11%) et les adhésifs et mastics (8%).⁶² En se basant sur une teneur moyenne en PC de 10 %, on peut estimer que cela représente 130000 kt de produits/matériaux contenant des PC et dont la teneur en PCCC est supérieure aux limites provisoires de faible teneur en POP de la Convention de Bâle.⁷⁷

5.5.2 Les PCCC dans les déchets, le recyclage et les décharges

Environ 20.000 kt de PC ont déjà atteint leur fin de vie⁶² et ont été en grande partie mis en décharge, dont environ 6.000 kt de PCCC.

Une partie de ces déchets est recyclée et une étude récente réalisée en Thaïlande a mesuré que les PCCC sont présents dans un large éventail de produits en PVC ainsi que plusieurs autres plastifiants provenant du recyclage du PVC.⁷⁸

6 Décabromodiphényléther (décaBDE; BDE-209)

Les polybromodiphényléthers (PBDE) sont des ignifugeants bromés qui ont été fréquemment utilisés dans les plastiques des EEE, du secteur des transports, du secteur de la construction et des textiles (guide d'inventaire des PBDE⁷⁹). Les PBDE sont produits et utilisés comme mélanges techniques de différents congénères. Trois mélanges commerciaux ont été produits, chacun portant le nom du groupe principal d'homologues:

- DécaBDE commercial (c-décaBDE) avec environ 98 % d'éther de décabromodiphényle (décaBDE)
- Pentabromodiphényléther (tétraBDE) et pentabromodiphényléther (pentaBDE), (voir le chapitre 7)

⁷⁸ Ramungul N, Boontongkong Y, Pavares V (2023). Économie circulaire sans contrôle des produits chimiques? Preuve de plastifiants toxiques recyclés dans des produits en PVC souple. Évaluation de l'exposition sur l'environnement; 2:2. DOI : 10.20517/jeea.2022.081601.

⁷⁹ PNUE (2021) Projet de guide sur la préparation des inventaires des polybromodiphényléthers (PBDE) inscrits à la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants. Secrétariat des Conventions de Bâle, de Rotterdam et de Stockholm.

- OctaBDE (c-OctaBDE) commercial avec les principaux composants hexabromodiphényléther (hexaBDE) et heptabromodiphényléther (heptaBDE), (voir le chapitre 7)

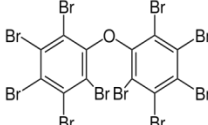
6.1 Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention

Le décaBDE commercial contient habituellement 90 à 99 % de décaBDE (BDE-209) et jusqu'à 10% principalement de nonaBDE et des niveaux plus faibles d'octaBDE.^{79,80}

Le c-décaBDE est un additif ignifuge à usage général qui est physiquement mélangé au matériau dans lequel il est utilisé pour réduire l'inflammabilité et la vitesse de propagation des flammes. Il est compatible avec une grande variété de polymères et de matériaux.

Le décaBDE est persistant, peut se bioaccumuler et bioamplifier dans la chaîne alimentaire et il est transporté sur de longues distances. Des effets indésirables sont signalés pour les organismes du sol, les oiseaux, les poissons, les grenouilles, les rats, les souris et les humains. Des informations détaillées sont fournies dans le profil de risque⁸¹ et le RME⁸². Les informations sur l'identité chimique et les structures sont compilées dans (Tableau 12).

Tableau 12. Identification chimique et structures du décaBDE^{81,82}

Nom chimique:	Décabromodiphényléther (mélange commercial, c-décaBDE)		
Synonymes/ abréviations:	Décabromodiphényléther, oxyde de décabromodiphényle, oxyde de bis(pentabromophényl), décabromobiphényloxyde, décabromophénoxybenzène, dérivé du benzène 1,1'-oxybis, décabromodiphényléther, décaBDE, DBDPE2, DBBE, DBBO, DBDPO		
Numéro de registre CAS:	1163-19-5		
Nom commercial:	DE-83R, DE-83, Bromkal 82-ODE, Bromkal 70-5, Saytex 102 E, FR1210, Flamecut 110R		
Structure:		Poids moléculaire :	959,17 g/mol
		Formule moléculaire :	C ₁₂ Br ₁₀ O

En mai 2017, la Conférence des Parties a modifié l'annexe A par sa décision SC-8/10⁸³ pour inscrire l'éther décabromodiphénylique (décaBDE; BDE-209) dans le décabromodiphényléther (c-décaBDE), avec des exemptions particulières pour la production et l'utilisation (voir les Tableaux 13 et 14).⁸³ En raison de la grande variété d'applications, de nombreuses exemptions ont été approuvées dans l'inscription du décaBDE, y compris les boîtiers pour appareils électriques, l'isolation PUR, les textiles et les pièces pour automobiles et aéronefs (Tableau 13 et Tableau 14).⁸³ Les exemptions pour les textiles et la mousse isolante ont expiré en décembre 2023.⁶⁹

Alors que les PBDE inscrits en 2009 étaient exemptés pour le recyclage, il n'y a pas d'exemption pour le recyclage des produits contenant du décaBDE. Des exemptions particulières pour les pièces

⁸⁰ La Guardia MJ, Hale RC, Harvey E. (2006) Composition détaillée des congénères polybromés de l'éther diphenylique (PBDE) dans les mélanges techniques ignifuges largement utilisés de penta-, octa- et deca-PBDE. Sciences et technologies de l'environnement, 40, 6247-6254.

⁸¹ UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.10-10-Add.2.English.pdf>

⁸² UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.1 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.11-10-Add.1.English.pdf>

⁸³ Décision SC-8/10. Inscription de l'éther décabromodiphénylique <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.8-SC-8-10.English.pdf>

destinées à être utilisées dans les véhicules peuvent être accordées pour la production et l'utilisation de c-décaBDE (Tableau 14). Plusieurs pays ont demandé des exemptions pour la production et l'utilisation.⁸⁴

Tableau 13. Exemptions spécifiques pour le décabromodiphényléther⁸³

Produit chimique	Activité	Exemption spécifique
DécaBDE (BDE-209) présent dans l'éther décabromodiphénylique commercial (no. CAS : 1163-19-5)	Production	Dans la mesure permise pour les parties inscrites au registre
	Utiliser	Conformément à l'annexe A, partie IX : • Pièces destinées à être utilisées dans les véhicules visés au paragraphe 2 de la partie IX de l'annexe A • Aéronefs pour lesquels une demande d'approbation de type a été présentée avant décembre 2018 et reçue avant décembre 2022, ainsi que les pièces de rechange pour ces aéronefs* • Additifs dans les boîtiers et pièces en plastique utilisés pour le chauffage des appareils électroménagers, fers à repasser, ventilateurs, thermoplongeurs qui contiennent ou sont en contact direct avec des pièces électriques ou sont tenus de respecter les normes de résistance au feu, à conc. <10 % en poids de la partie Exemptions expirées 12/2023 : • Produits textiles qui nécessitent des caractéristiques anti-inflammables, à l'exclusion des vêtements et des jouets • Mousse de polyuréthane pour l'isolation des bâtiments

*Les exemptions spécifiques pour les pièces de rechange destinées aux aéronefs dont l'homologation a été demandée avant le 12/2018 et reçue avant le 12/2022 expirent à la fin de la durée de vie utile de ces aéronefs.

Tableau 14. Exemptions spécifiques pour le décaBDE pour les pièces destinées à être utilisées dans des véhicules⁸¹

Exemption spécifique	Demande (annexe A, partie IX)	Date d'expiration
(a) Les pièces destinées à être utilisées dans des véhicules anciens, définis comme étant des véhicules qui ont cessé leur production en série et dont ces pièces appartiennent à l'une ou plusieurs des catégories suivantes :	(i) Applications de groupe motopropulseur et sous capot, comme les fils de masse de la batterie, les fils d'interconnexion de la batterie, les tuyaux mobiles de climatisation, les groupes motopropulseurs, les coussinets de collecteur d'échappement, l'isolation sous le capot, le câblage et le faisceau sous le capot (p. ex., câblage du moteur), les capteurs de vitesse, les tuyaux, modules de ventilateur et capteurs de choc; (ii) Applications du système de carburant telles que les tuyaux de carburant, les réservoirs de carburant et le sous-corps des réservoirs de carburant; (iii) Dispositifs et applications pyrotechniques touchés par des dispositifs pyrotechniques, tels que les câbles d'allumage de sacs gonflables, les housses/tissus de sièges (uniquement si le coussin gonflable est pertinent) et les sacs gonflables; (iv) Applications de suspension et d'intérieur telles que les composants de garniture, le matériau acoustique et les ceintures de sécurité.	À la fin de la durée de vie utile des véhicules existants ou en 2036, selon ce qui survient plus tôt
(b) Les pièces des véhicules visés aux alinéas a), i), iv) ci-dessus et celles qui entrent	(i) Plastiques renforcés (panneaux de commande et garnitures intérieures); (ii) Sous le capot ou la console (bornes/blocs de fusibles, fils à intensité d'ampérage plus élevée et gaine de câble (fils de bougie));	à la fin de la durée de vie utile des véhicules ou en 2036, selon

⁸⁴ <http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/SpecificExemptions/DecabromodiphenyletherRoSE/tabid/7593/Default.aspx>

dans une ou plusieurs des catégories suivantes :	(iii) Matériel électrique et électronique (boîtiers et bacs de batteries, connecteurs électriques pour le contrôle des moteurs, composants de disques radio, systèmes de navigation par satellite, systèmes de positionnement global et systèmes informatiques); (iv) Tissus tels que les platelages arrière, les garnitures de sièges, les dossierets, les sièges d'auto, les appuie-tête, les pare-soleil, les panneaux de garniture, les tapis.	ce qui survient plus tôt
--	---	--------------------------

6.2 Production

Quelque 2 millions de tonnes de mélanges techniques de PBDE ont été produits dans le passé (Tableau 15). Le c-décaBDE est produit depuis les années 1970 et il l'est toujours. Il s'agit de loin du mélange technique le plus pertinent, avec une production historique totale de 1.650.000 t et donc plus de 85 % de tous les PBDE produits (Tableau 15).

La production de c-décaBDE a cessé dans l'UE, au Japon, aux États-Unis et récemment en Chine. Actuellement, l'Inde pourrait être le seul producteur de c-décaBDE, mais la production n'a pas été confirmée.

Tableau 15. Production totale estimée des mélanges de PBDE commerciaux ^{5,85}

Mélange commercial	Heure de production	Tonnes
PentaBDE commercial	Années 70 à 2004	175.000
OctaBDE commercial	Années 70 à 2004	131.000
DécaBDE commercial	Années 70 à aujourd'hui (en cours)	1.650.000

6.3 Commerce

Il n'existe actuellement aucune donnée commerciale fiable pour les PBDE parce que le code du SH relatif à leur commerce, le SH 290930 (« Éthers aromatiques et leurs dérivés halogénés, sulfonés, nitrés ou nitrosés ») n'est pas spécifique aux PBDE. Ce code couvre également d'autres produits chimiques, ce qui rend difficile l'isolement des données spécifiquement pour les PBDE. Toutefois, l'évaluation des exportations sous le code SH 290930 en provenance d'Israël,⁸⁶ où l'un des (anciens) principaux producteurs d'ignifugeants bromés fabriquait des PBDE, donne des résultats raisonnables pour les exportations de PBDE (Figure 3). La tendance temporelle des exportations de produits chimiques dans le cadre du présent code SH reflète la tendance globale de la production mondiale de PBDE (Figure 1)⁵ et indique que les importations déclarées d'Israël vers d'autres pays étaient en grande partie des exportations (légales) de PBDE, avec une forte diminution après 2010 (Figure 3).

Pour la Chine, qui a produit du c-déca-BDE jusqu'en 2023, les exportations sous le code SH 290930 ont représenté environ 26.000 tonnes de produits chimiques en 2020 et 2021. Ce chiffre est comparable à la dernière production de c-décaBDE signalée en Chine (21 000 t). Toutefois, il représente probablement une estimation supérieure, car d'autres éthers aromatiques et leurs dérivés halogénés, sulfonés, nitrés ou nitrosés sont exportés de la Chine sous ce code SH. De même, les exportations de l'Inde sous le code SH 290930 sont importantes, avec 43.600 tonnes en 2022 et 9.600 tonnes en 2023, soit un total de 866.000 tonnes au cours des 20 dernières années. Cela laisse entendre qu'une gamme d'autres éthers aromatiques sont exportés sous ce code. L'Inde,

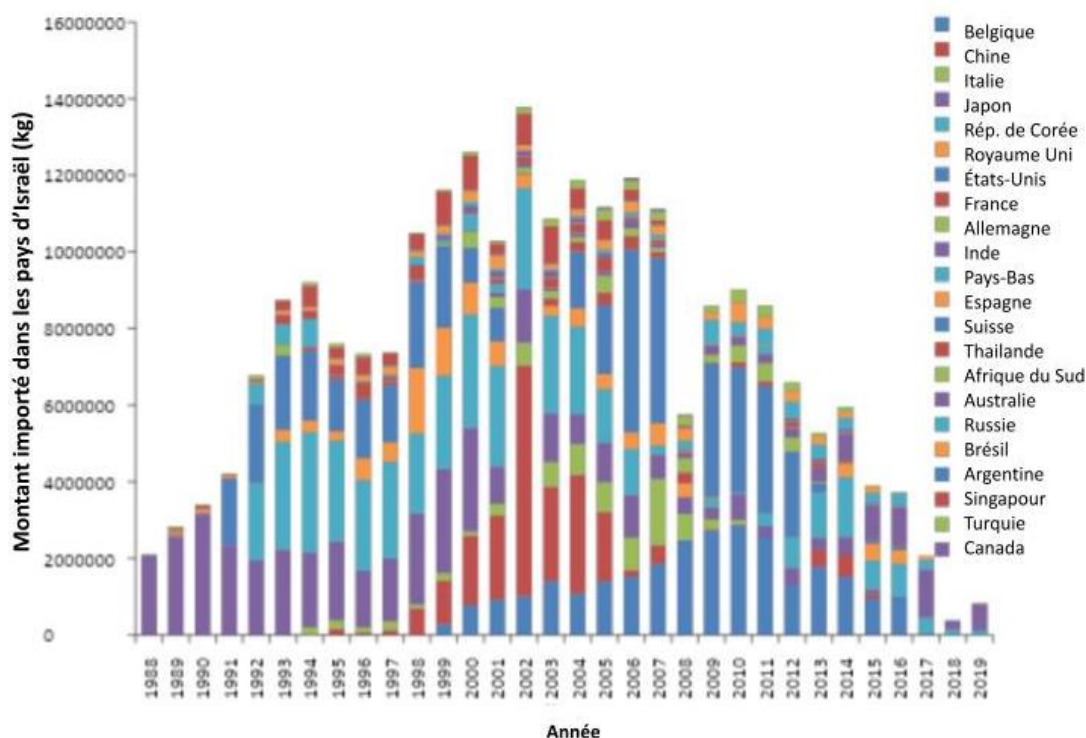
⁸⁵ Abbasi G, Li L, Breivik K (2019). Stocks historiques mondiaux et émissions de PBDE. Environ Sci & Technol, 53, 6330-6340.

⁸⁶ Les données ont été compilées auprès des pays importateurs de produits chimiques en provenance d'Israël. Guide d'inventaire des PBDE du PNUE (2021)⁷⁹

comme plusieurs autres pays,⁸⁷ n'a pas ratifié la liste du décaBDE, ce qui entraîne un manque d'information sur la production et l'utilisation pour ces pays.

Il est recommandé que les pays évaluent les importations de produits chimiques sous le code SH 290930, suivent leur utilisation et évaluent leur numéro d'enregistrement du Chemical Abstracts Service (CAS) comme identifiant unique pour préciser si ces importations sont du décaBDE (PNUE 2021)⁷⁹ utilisé dans des produits comme les EEE ou les polymères utilisés dans la construction ne sont pas étiquetés et les produits connexes peuvent entrer dans des pays par le biais d'importations non couvertes par la procédure de consentement préalable en connaissance de cause (PIC) de Rotterdam (voir la section 18.4).

Figure 3. Tendence temporelle des exportations de produits chimiques (en kg) sous la SH 290930 (éthers aromatiques et leurs dérivés halogénés, sulfonés, nitrés ou nitrosés) d'Israël vers les pays (1988-2019) (PNUE 2021)⁸⁶



6.4 Utilisation

Les applications comprennent les plastiques/polymères/composites, les textiles, les adhésifs, les mastics, les revêtements et les encres. Les principaux secteurs d'utilisation du c-décaBDE étaient les plastiques et autres polymères utilisés dans les EEE, le transport, la construction et les textiles (voir la section 6.5).

À ce jour, plusieurs exemptions enregistrées pour l'utilisation dans la production sont énumérées, y compris pour la production de pièces de véhicules (UE, République de Corée, Suisse), pour les pièces d'avions (UE, République de Corée, Royaume-Uni, Suisse) et pour la production de boîtiers en plastique et de pièces d'EEE (République de Corée, Royaume-Uni). Comme mentionné ci-dessus, l'Inde – en tant que dernier producteur et probablement principal utilisateur de décaBDE dans la production – n'a pas demandé d'exemption pour la production et l'utilisation. Cela s'explique par le fait que l'Inde n'a pas encore ratifié l'interdiction du décaBDE;⁸⁷ divers pays ont enregistré une

⁸⁷ Weber R (2021) Évaluation des nouveaux POP inscrits pour les pays qui doivent ratifier les modifications ou mettre à jour les PNM. Secrétariat des Conventions de Bâle, de Rotterdam et de Stockholm, PNUE, Genève.

utilisation continue des produits. Pour plus de détails sur les exemptions, voir l'inscription sur le site web du Secrétariat des Conventions de Bâle, de Rotterdam et de Stockholm.⁸⁸

6.5 Utilisation/stock principal de PBDE dans les produits, déchets et recyclage

6.5.1 Utilisation/stock principal de PBDE dans les produits et déchets

Les 1,65 million de tonnes de décaBDE ont été utilisées dans environ 16 à 33 millions de tonnes de plastique et d'autres polymères, y compris des textiles.⁸⁹ Les principales utilisations antérieures sont considérées pour l'électronique (30 %), la mousse dans les meubles/tapis (25 %), le plastique/polymères dans la construction (20 %), le transport (15 %) et les textiles (15 %) (Tableau 16).⁸⁵

Bien qu'une grande partie des textiles et de l'électronique traités soit en fin de vie et ait été éliminée, la plus grande part du décaBDE utilisé dans les polymères pour la construction est probablement toujours utilisée. Selon la part estimée de l'utilisation du décaBDE dans le secteur de la construction (Tableau 16), on a installé dans les bâtiments de 3 à 6 millions de tonnes de plastique/polymères contenant 330.000 tonnes de décaBDE (p. ex., mousses PUR, feuilles et revêtements en PE et PP). Ces matériaux ont une longue durée de vie et sont probablement aujourd'hui le plus grand utilisateur de plastique contenant du décaBDE.

On estime que 250.000 tonnes de décaBDE ont été utilisées dans le secteur des transports. Le décaBDE était le principal PBDE utilisé dans les véhicules à usage intensif des années 1970 à 2016. Le décaBDE est encore utilisé dans les véhicules en revêtement textile de dos et autres pièces, comme indiqué dans les exemptions énumérées (Tableau 14). Actuellement, une grande partie de ces véhicules produits au cours de cette période sont présents dans les pays en développement et reçoivent des véhicules d'occasion ayant une longue durée de vie de ~35 ans (Voir l'étude de cas sur les POP dans le secteur des transports au Nigéria dans les directives du PNUE pour l'inventaire sectoriel des POP (GGKP 2024⁹⁰)).

Tableau 16. Pourcentage de PBDE commerciaux dans les utilisations principales et durée moyenne de vie du type de produit⁸⁵

Zone d'utilisation	-PentaBDE	-OctaBDE	-DécaBDE	Durée de vie*
Électroniques	10%	40%	30%	7 – 20*
Mousse et tapis	50%	15%	25%	10
Construction	20%	25%	20%	30 – 50
Transportation	15%	15%	15%	15 – 35*
Textile	5%	5%	15%	10

*La durée de vie plus longue des véhicules ou des appareils électroniques est répandue dans les pays à revenu faible et intermédiaire.

6.5.2 Les PBDE dans les déchets et la réutilisation et le recyclage

Le plastique provenant des déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) contient des PBDE depuis les années 1980 et certaines fractions plastiques de DEEE sont supérieures à la teneur provisoire en POP de 1.000 mg/kg de PBDE, alors que presque toutes les fractions de DEEE sont au-dessus de la teneur provisoire faible en POP de 50 mg/kg avec une contribution majeure du décaBDE (Tableau 17). Ces concentrations devraient diminuer au fil du temps, car les EEE produits

⁸⁸ <http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/SpecificExemptions/DecabromodiphenyletherRoSE/tabid/7593/Default.aspx>

⁸⁹ Compte tenu d'une utilisation moyenne de 5 % à 10 % (pour la quantité de décaBDE dans les produits, voir le guide d'inventaire des PBDE⁷⁹).

⁹⁰ Orientations sectorielles pour les inventaires de POP et d'autres produits chimiques préoccupants dans les bâtiments/la construction, les équipements électriques et électroniques et les véhicules.

au cours des 10 dernières années, qui contiennent peu ou pas de décaBDE, deviennent des déchets. Toutefois, dans les pays à revenu faible et moyen, les EEE plus anciens sont toujours utilisés et les déchets contiennent des niveaux plus élevés de PBDE.⁹¹ Le recyclage d'une partie du plastique contenant du décaBDE a eu des répercussions sur une multitude de produits en plastique et en polymères, y compris des jouets,⁹² des matériaux de contact alimentaire⁹³ et une large gamme d'autres produits.⁹⁴ Ce plastique contient des dioxines bromées à des niveaux préoccupants.

Tableau 17. Teneur en PBDE (hexa/heptaBDE et décaBDE) dans le total des fractions polymères (mélangées) de différents DEEE en Europe (PNUE 2021)⁷⁹

Catégorie/article		[Σhexa/heptaBDE dans les fractions plastiques [kg/tonne]* (C _{hexa/heptaBDE;Polymer})			décaBDE dans les fractions plastiques [kg/tonne] (C _{decaBDE;Polymer})		
		Minimum	Maximum	Moyenne	Minimum	Maximum	Moyenne
1	Appareils de refroidissement/congélation ; machines à laver	-	-	<0.05	-	-	<0.05
1	Appareils de chauffage	-	-	<0.05	-	-	0.8
2	Petits appareils électroménagers	-	-	-	<0.1	0.5	0.17
3	Équipement TIC. w/o moniteurs	0.027	0.22	0.12	0.5	1.4	0.8
3	Boîtiers de moniteur TRC	0.08	5.7	1.37	0.5	7.8	3.2
4	Équipement grand public avec moniteurs (échantillon composite)	-	-	0.08	0.7	0.9	0.8
4	Boîtiers de moniteur TV TRC	0.03	1.9	0.47	0.8	7.8	4.4
4	Téléviseurs à écran plat (LCD)	0.008	0.010	0.009	1.2	4.3	2.75

*La limite RoHS pour les PBDE est de 1000 mg/kg ou 1 kg/t. La limite provisoire de Convention de Bâle pour les POP à faible concentration pour les PBDE est actuellement de 1.000 mg/kg (1 kg/t) ou 500 mg/kg (500 g/t) ou 50 mg/kg (50 g/t).

Les voitures classiques des pays à revenu élevé et les véhicules des pays à faible revenu ont une longue durée de vie. En outre, les plastiques et polymères provenant de véhicules hors d'usage sont réutilisés pour la réparation d'autres véhicules qui sont exemptés par la Convention (Tableau 14).

Lorsque les bâtiments construits à partir des années 1970 sont démolis, le plastique et d'autres polymères contenant des PBDE entrent dans les déchets de construction et de démolition. Les premiers projets d'évaluation du recyclage des plastiques dans les bâtiments ont⁹⁵ commencé et devraient tenir compte de la contamination par les POP et établir une séparation des PBDE et autres POP contenant du plastique.

⁹¹ Sindiku O, Babayemi J, Osibanjo O, Schlummer M, Schlupe M, Watson A, Weber R (2015) Polybromodiphényléthers inscrits comme POP de la Convention de Stockholm, autres ignifugeants bromés et métaux lourds dans les polymères de déchets électriques au Nigéria. Environ Sci Pollut Res Int. 22, 14489-14501.

⁹² Chen S-J, Ma Y-J, et al. (2009) Ignifugeants bromés dans les jouets pour enfants : Concentration, composition et évaluation de l'exposition et des risques chez les enfants. Environ Sci Technol 43, 4200- 4206.

⁹³ Kuang J, Abdallah MA-E, Harrad S (2018) Ignifugeants bromés dans des ustensiles de cuisine en plastique noir : concentrations et conséquences pour l'exposition humaine. Science of The Total Environment 610–611, 1138-1146.

⁹⁴ Gallen C, Banks A, Brandsma S, et al. (2014) Vers l'élaboration d'une stratégie rapide et efficace de contrôle non destructif pour identifier les ignifugeants bromés dans les plastiques des produits de consommation. Sci Total Environ. 491-492:255-265.

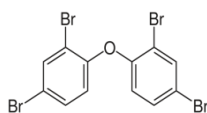
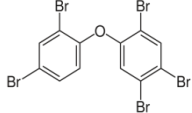
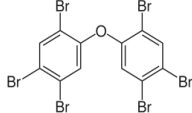
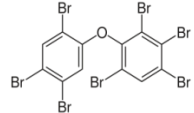
⁹⁵ Agence allemande pour l'environnement (2021) Promotion du recyclage de haute qualité des plastiques provenant des déchets de démolition et amélioration de l'utilisation de matériaux recyclés dans les produits de construction conformément à la stratégie européenne sur les plastiques. Texte 152/2021.

7 Polybromodiphényléthers (PBDE) inscrits en 2009

7.1 Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention

En 2009, le tétraBDE et le pentaBDE (dans le PentaBDE commercial), ainsi que l'hexaBDE et l'heptaBDE (contenus dans le c-OctaBDE) ont été inscrits à l'annexe A de la Convention avec des exemptions spécifiques pour l'utilisation continue des articles et le recyclage, mais aucune exemption spécifique pour la production.⁹⁶ Les PBDE énumérés sont très persistants dans l'environnement, ils sont aussi bioaccumulables et susceptibles d'être transportés sur de longues distances. Ces substances chimiques ont été détectées chez les humains dans toutes les régions où les congénères du c-PentaBDE sont les principaux contaminants. Ces PBDE sont susceptibles, en raison du transport à longue distance dans l'environnement, d'entraîner des effets néfastes importants sur la santé humaine et/ou l'environnement. Les informations détaillées pour l'inscription ont été compilées dans le profil de risque⁹⁷ et l'évaluation de la gestion des risques⁹⁸. Les informations sur l'identité chimique sont compilées dans le tableau 18.

Tableau 18. Identification chimique et structures des PBDE

Nom chimique:	Tétrabromodiphényléther et pentabromodiphényléther	Hexabromodiphényléther et heptabromodiphényléther		
Synonyms/abréviations:	Éther pentabromodiphénylique commercial; -PentaBDE	Éther d'octabromodiphényle commercial; -OctaBDE		
Numéro d'enregistrement CAS:	5436-43-1; 60348-60-9	68631-49-2; 207122-15-4 446255-22-7; 207122-16-5		
Nom commercial:	DE-71 Bromkal 70DE;	DE-79; Bromkal 79-8DE		
Structure (exemple) :	tétraBDE  pentaBDE 	hexaBDE  heptaBDE 		
Poids moléculaire:	485,7 g/mol	564,7 g/mol	643,5 g/mol	722,5 g/mol
Formule moléculaire:	C12H6Br4O	C12H5Br5O	C12H4Br6O	C12H3Br7O

7.2 Production

On estime que 175.000 tonnes de c-PentaBDE (tétraBDE/pentaBDE) ont été produites depuis les années 1970, la production ayant cessé en 2004; 13.000 tonnes de c-OctaBDE (contenant de l'hexaBDE/de l'heptaBDE) ont été produites depuis les années 1970, la production ayant cessé en 2004.

⁹⁶ Décision SC-4/14. <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.4-SC-4-14.English.pdf> et Décision SC-4/18. <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.4-SC-4-18.English.pdf>.

⁹⁷ Profil de risque pour le pentabromodiphényléther commercial. Comité d'examen des polluants organiques persistants 2006; PNUE/POPS/POPRC.2/17/Add.1 et profil de risque sur l'octabromodiphényléther commercial. Comité d'examen des polluants organiques persistants, 2007; UNEP/POPS/POPRC.3/20/Add.6.

⁹⁸ Évaluation de la gestion des risques pour le pentabromodiphényléther commercial. Comité d'examen des polluants organiques persistants, 2007; PNUE/POPS/POPRC.3/20/Add. et évaluation de la gestion des risques pour l'octabromodiphényléther commercial. Comité d'examen des polluants organiques persistants 2008; UNEP/POPS/POPRC.4/15/Add.1.

7.3 Utilisation

Le pentaBDE de type C (tétraBDE/pentaBDE) est principalement utilisé dans les mousses de polyuréthane rigides et souples (PUR) et les élastomères en PUR (90 %). Les principaux secteurs d'utilisation étaient la mousse dans le mobilier rembourré/tapis (50 %), les plastiques/polymères dans la construction (20 %), les transports (15 %), l'électronique (10 %) et les textiles (5 %), avec plus de 90 % d'utilisation aux États-Unis (Tableau 16).⁸⁵

Le c-OctaBDE (contenant de l'hexaBDE/heptaBDE) était principalement utilisé dans les copolymères d'acrylonitrile-butadiène-styrène (ABS), mais il a été moins utilisé dans le polystyrène à fort impact (HIPS) et le téréphtalate de polybutylène (PBT). Les principaux secteurs d'utilisation étaient le plastique dans l'électronique, en particulier dans la fabrication de boîtiers pour ordinateurs et téléviseurs (40 %) et le plastique, les adhésifs et les revêtements dans la construction (25 %). Les secteurs à faible utilisation étaient le plastique/polymères dans les transports (15 %), les meubles/tapis (15 %) et les textiles (5 %) (Tableau 16).

Certaines Parties sont actuellement inscrites pour l'utilisation continue de produits pour le tétraBDE/pentaBD⁹⁹ et certaines Parties ont des utilisations différentes pour l'hexaBDE/heptaBDE¹⁰⁰ sans aucune donnée sur la quantité d'utilisation.

7.4 Commerce

Depuis l'arrêt de la production de c-PentaBDE (tétraBDE et pentaBDE) et de c-OctaBDE (hexaBDE et heptaBDE) en 2004, il n'y a pas eu d'échange de produits chimiques ou de nouvelles utilisations de ces PBDE. Cependant, des produits comme les voitures produites avant 2005 pourraient être exportés et échangés. De plus, les déchets électroniques et équipements électroniques usagés contenant des PBDE pourraient être exportés et échangés.

7.5 Le PBDE est inscrit en 2009 dans les produits, les déchets et le recyclage

Les teneurs en PBDE inscrites en 2009 dans les déchets et le recyclage sont considérablement plus faibles que celles du décaBDE (Tableau 17). La raison en est que leur production/utilisation totale est considérablement plus faible (Tableau 15) et que leur principale utilisation a été dans les années 1980 et 1990, de sorte que la plupart des PBDE contenant des EEE inscrits en 2009 ont déjà été éliminés.

Les voitures classiques des pays à revenu élevé et les véhicules des pays à faible revenu ont une longue durée de vie. En outre, les plastiques et polymères provenant de véhicules hors d'usage sont réutilisés pour la réparation d'autres véhicules qui sont exemptés par la Convention (Tableau 14).

Les matériaux de construction ont une longue durée de vie dans les bâtiments (30 à plus de 50 ans). Les plastiques et autres polymères contenant des PBDE sont déversés dans les déchets de construction et de démolition lorsque les bâtiments construits à partir des années 1970 sont démolis. Les premiers projets visant à évaluer le recyclage du plastique dans les bâtiments ont commencé⁹⁵ et devraient tenir compte de la contamination par des POP et établir une séparation des PBDE et d'autres POP contenant du plastique.

⁹⁹ <http://www.pops.int/Implementation/Exemptions/SpecificExemptions/TetraBDEandPentaBDERoSE/tabid/5039/Default.aspx>

¹⁰⁰ <https://www.pops.int/Implementation/Exemptions/SpecificExemptions/HexaBDEHeptaBDERoSE/tabid/5035/Default.aspx>

8 Hexabromocyclododécane (HBCD)

8.1 Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention

L'hexabromocyclododécane (HBCD ou HBCDD¹⁰¹) est un ignifugeant bromé utilisé depuis les années 1960. Les informations sur l'identité et la structure chimiques sont présentées dans le Tableau 19.

L'HBCD a le potentiel de bioaccumuler et de bioamplifier. Il est persistant dans l'environnement et les données de surveillance montrent son transport environnemental à longue distance. Il est très toxique pour les organismes aquatiques. Bien que les renseignements sur la toxicité de l'HBCD pour l'homme soient très insuffisants, des groupes vulnérables pourraient être à risque, en particulier en raison de la toxicité neuroendocrinienne et du développement observé de l'HBCD¹⁰²

Des informations détaillées sont fournies dans le profil de risque¹⁰³ et l'évaluation de la gestion du risque.¹⁰⁴

L'HBCD a été inscrite à l'annexe A en 2013 avec des exemptions particulières pour la production et l'utilisation dans les isolants de polystyrène expansé (EPS) et de polystyrène extrudé (XPS) dans les bâtiments.¹⁰⁵ Cette décision d'exemption concernant l'HBCD prévoyait une exemption limitée dans le temps, mais a cessé pour tous les pays en 2021¹⁰⁷ et toutes les exemptions enregistrées sont retirées ou ont expiré.¹⁰⁶ Les nouvelles utilisations de l'HBCD ne sont plus exemptées et autorisées. Toutefois, les matériaux d'isolation existants contenant de l'HBCD dans les bâtiments peuvent encore être utilisés. En raison de la longue durée de vie des isolants de bâtiment, les déchets EPS/XPS contenant de l'HBCD seront utilisés pendant des décennies à venir et jusqu'à un siècle.¹⁰⁷

Tableau 19. Identification chimique et propriétés des HBCD^{103,104}

Nom chimique:	Hexabromocyclododécane
Synonymes/ abréviations:	HBCD, HBCDD Divers
Numéro de registre CAS:	25637-99-4; 3194-55-6
Noms commerciaux:	Cyclododécane, hexabromo; HBCD; Bromkal 73-6CD; Nikkafainon CG 1; Pyroguard F 800; Pyroguard SR 103; Pyroguard SR 103A; Pyrovatex 3887; Great Lakes CD-75P TM, CD-75, CD75XF et CD75PC (compactés); Dead Sea Bromine Group Ground FR 1206 I-LM, standard FR 1206 I-LM et compacté FR 1206 I-CM

¹⁰¹ L'abréviation dans la convention est HBCD, alors que dans la plupart des publications scientifiques, c'est HBCDD qui est utilisé comme abréviation.

¹⁰² Factsheet Hexabromocyclododécane. <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-NewPOPs-Factsheet-08-20200226.English.pdf>

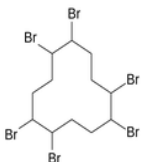
¹⁰³ UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.6-13-Add.2.English.pdf>

¹⁰⁴ UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.7-19-Add.1.English.pdf> et Addendum; UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.3 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.8-16-Add.3.English.pdf>

¹⁰⁵ Decision SC-6/13. <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.6-SC-6-13.English.pdf>

¹⁰⁶ <http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/SpecificExemptions/HexabromocyclododecaneRoSE/tabid/5034/Default.aspx>

¹⁰⁷ Li L, Weber R, Liu J, Hu J (2016) Émissions à long terme d'hexabromocyclododécane comme produit chimique préoccupant dans les produits en Chine. Environ Int. 91, 291-300.

Structure:		Poids moléculaire :	641,73 g/mol
		Formule moléculaire :	C ₁₂ H ₁₈ Br ₆

8.2 Production

La dernière production d'HBCD a été arrêtée en novembre 2021 en Chine dans le cadre d'un projet de retrait progressif du HBCD sous l'égide du FEM, et de la fin de l'exemption.¹⁰⁸ Les stocks restants d'HBCD en Chine seront détruits dans le cadre du projet du FEM.¹⁰⁸

L'HBCD est produit et commercialisé depuis la fin des années 1960; au total, 703.000 tonnes ont été produites⁵ pendant plus de 50 ans (Figure 1). L'HBCD est le POP industriel qui a la quatrième plus grande production de l'histoire (après les PCCC, le décaBDE et les PCB) (voir la section 1.3).

8.3 Commerce

Puisque la production d'HBCD a pris fin en 2021, y compris l'élimination progressive de son utilisation en Chine,¹⁰⁸ il est peu probable qu'il y ait un commerce d'HBCD comme produit chimique ou mélange, ni de nouveaux produits contenant de l'HBCD. Les déchets EPS/XPS provenant de la rénovation et de la démolition des bâtiments seront générés au cours des prochaines décennies et pourraient être en partie exportés et échangés pour une élimination écologiquement rationnelle ou illégalement.

8.4 Utilisation et stocks

La principale application (environ 90 %; 633 kt) d'HBCD dans les isolants EPS et XPS des bâtiments et de la construction. HBCD a été appliqué comme ignifuge dans l'EPS à 0,5-1,0 % en poids et dans le XPS à 0,8-2,5 % en poids. Compte tenu d'une teneur moyenne en HBCD de 1 %, un total de 63.300 kt de EPS/XPS contaminés a été produit. Les matériaux d'isolation contenant de l'HBCD déjà installés dans les bâtiments peuvent encore être utilisés. En raison de la longue durée de vie de l'isolation des bâtiments de 25 à 100 ans,¹⁰⁹ avec une durée de vie moyenne de 50 ans,¹¹⁰ (Figure 4) presque tout ce EPS/XPS est encore en usage et le EPS/XPS contenant de l'HBCD restera en usage pendant les prochaines décennies et jusqu'à un siècle,¹⁰⁷ puis deviendra des déchets lorsque les bâtiments seront rénovés ou démolis.

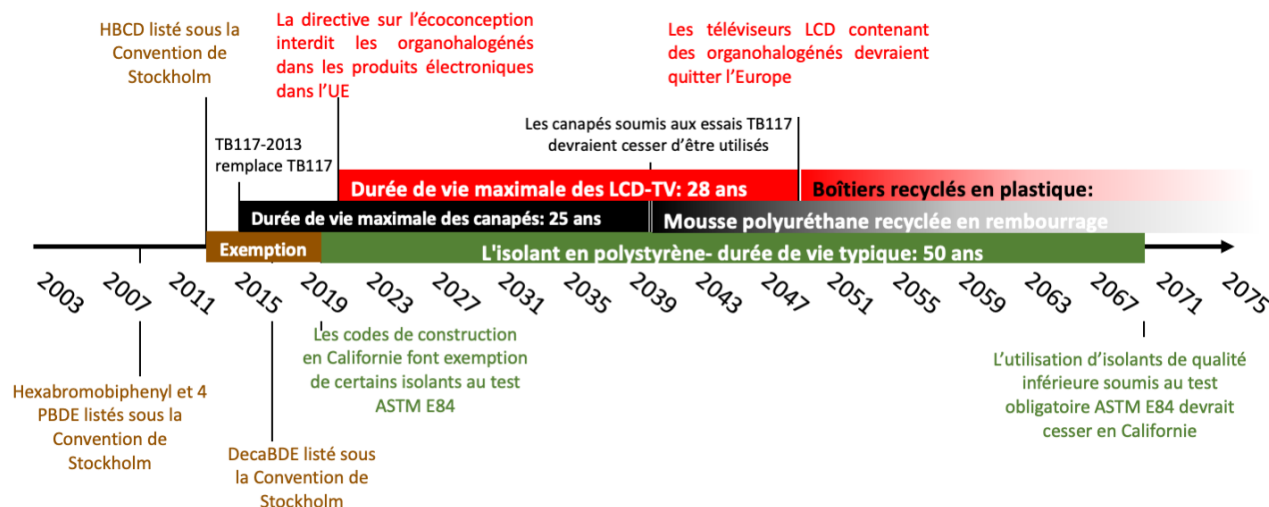
Dans le passé (avant 2013), l'HBCD était également utilisé comme ignifugeant dans les HIPS des EEE et dans les dispersions de polymères pour textiles et tissus synthétiques souvent utilisés dans les espaces publics, comme les rideaux, les meubles, les matelas et les textiles de maison. Environ 2 % de la quantité totale d'HBCD pourrait avoir été utilisée dans les HIPS (~14 kt) et moins de 10 % dans les textiles (<70 kt).

¹⁰⁸ UNIDO (2022) <https://www.unido.org/stories/unidos-help-china-stops-production-hazardous-chemical>

¹⁰⁹ PNUE (2021) Guide pour la préparation des inventaires de l'hexabromocyclododécane (HBCD).

¹¹⁰ Charbonnet J, Weber R, Blum A (2020) Normes d'inflammabilité pour les meubles, l'isolation des bâtiments et l'électronique : Avantages et risques. Emerg. Contam 6, 432-441, <https://doi.org/10.1016/j.emcon.2020.05.002>.

Figure 4. L'incidence de la mise en œuvre des restrictions sur les ignifugeants par la Convention de Stockholm et certaines réformes des normes sur les produits visés (Charbonnet et al. 2020)¹¹⁰



9 Hexabromobiphényle (HBB)

9.1 Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention

L'hexabromobiphényle (HBB) appartient à un groupe plus large de biphényles polybromés (PBBs). Les principaux congénères des HBB commerciaux (noms commerciaux : FireMaster(R) BP-6; FireMaster(R) FF-1 était principalement constitué de 2,2', 4,4', 5,5'-hexabromobiphényle (PBB 153), représentant 50 à 60 % de la masse totale, suivi de 2,2', 3,4', 4', 5,5'-heptabromobiphényle (PBB 180); 10-15 %), et 2,2',3,4',4',5' -HBB (PBB 138; 5-10 %).^{111, 112} Le produit chimique est très persistant dans l'environnement, hautement bioaccumulable et a le potentiel pour le transport environnemental à longue distance.¹¹¹ HBB est classé comme un possible cancérigène pour l'homme et a des effets toxiques chroniques.¹¹¹ Des informations détaillées sont fournies dans le profil de risque¹¹¹ et l'évaluation de la gestion du risque (RME).¹¹³ Les informations sur l'identité chimique sont rassemblées dans le tableau 20. Depuis 2009, le HBB figure à l'annexe A de la Convention de Stockholm sans exception (SC-4/13).¹¹⁴

Tableau 20. Identification chimique et structure des HBB^{111,113}

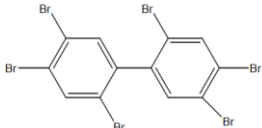
Nom chimique:	Hexabromo-1,1 -biphényle;
Synonymes/abréviations:	Hexabromobiphényle (HBB), biphényle, hexabromo; 1,1 -biphényle, hexabromo
Noms commerciaux	FireMaster BP-6 et FireMaster FF-1
Numéro de registre CAS:	36355-01-8; 59536-65-1; 67774-32-7

¹¹¹ PNUE/POPS/POPRC.2/17/Add.3 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.2-17-Add.3.English.pdf>

¹¹² Pijnenburg AMCM, Everts JW, de Boer J, Boon JP. (1995) Polybromés de biphényle et d'éther diphenylique ignifuges : analyse, toxicité et occurrence environnementale. Rev Environ Contam Toxicol 141, 1-26.

¹¹³ PNUE/POPS/POPRC.3/20/Add.3 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.3-20-Add.3.English.pdf>

¹¹⁴ Décision SC-4/13 : Inscription de HBB sur la liste : <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.4-SC-4-13.English.pdf>

Structure:		Poids moléculaire :	627.58
		Formule moléculaire :	C12H4Br6

9.2 Production

Le HBB est un produit chimique industriel qui a été fabriqué aux États-Unis de 1970 à 1976, avec une production totale de 5.400 tonnes;¹¹¹ aucun autre pays n'a enregistré de production de HBB. Aux États-Unis et au Canada, l'hexabromobiphényle (FireMaster (R)) était le principal produit de PBB; 98% ont été utilisés sous le nom commercial FireMaster BP-6 et le reste sous le nom FireMaster FF-1.¹¹¹

9.3 Utilisation

HBB a été utilisé comme additif ignifuge dans les années 1970 dans trois utilisations commerciales principales:¹¹¹

- Thermoplastiques ABS (plastique pour la construction de boîtiers de machines d'entreprise et dans les secteurs industriels (par ex. boîtier moteur) et électriques (p.ex. g. radio et télévision)
- Mousse PUR pour garnissage automobile
- Revêtements et laques

En raison de la faible production et de l'arrêt de la production en 1976, la plupart des EEE/DEEE ou des véhicules contenant du HBB ont été éliminés il y a plusieurs décennies. Par conséquent, il n'y a pas ou très peu de produits contenant du HBB en usage.

9.4 Commerce

Depuis la fin de la production en 1976, le commerce a cessé il y a plus de 40 ans.¹¹¹ De même que certaines voitures classiques produites entre 1970 et 1976 peuvent contenir du HBB comme ignifugeant et être encore commercialisées.

10 Naphtalènes polychlorés (PCN)

10.1 Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention

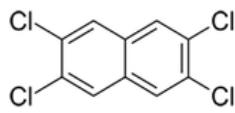
Les naphtalènes polychlorés (PCN) sont un groupe de composés de naphtalènes dans lesquels un ou plusieurs atomes d'hydrogène sont remplacés par du chlore. Il existe 75 congénères du PCN, qui sont divisés en huit groupes homologues selon le nombre d'atomes de chlore dans la molécule. Tous les naphtalènes polychlorés sont énumérés dans la Convention aux annexes A et C, mais pas les naphtalènes monochlorés (Tableau 22).

Les PCN sont persistants dans l'environnement et peuvent être transportés sur de longues distances. Les expositions aiguës provoquées par le chloracné et les PCN présentaient une toxicité aiguë plus élevée et des taux de mortalité plus élevés que les PCB. Une exposition chronique a entraîné des maladies du foie, dont le cancer.^{115,116} Les informations détaillées pour l'inscription sont compilées

¹¹⁵ Factsheet PCNs. <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-NewPOPs-Factsheet-15-20200226.English.pdf>

dans le profil de risque¹¹⁶ et l'évaluation de la gestion des risques.¹¹⁷ Les informations sur l'identité et les structures chimiques sont rassemblées dans le tableau 21.

Tableau 21. Identification chimique et structure des PCN listées ^{116,117}

Nom chimique:	Naphtalènes polychlorés		
Synonymes/abréviations:	PCN CN dérivés naphtalènes du chlore		
Noms commerciaux:	Divers, mais le commerce a cessé il y a plus de 20 ans		
Numéro de registre CAS:	70776-03-3 et autres		
Structure:		Poids moléculaire :	197 - 335 ¹¹⁸ g/mol
		Formule moléculaire :	C ₁₀ H _{8-n} Cl _n (n=2 à 8)

Les PCN sont énumérés à l'annexe A, avec une exemption spécifique pour leur utilisation comme intermédiaires dans la production de naphtalènes polyfluorés (PFN), y compris l'octafluoronaphtalène (OFN), et l'utilisation de ces produits chimiques pour la production de PFN, y compris l'OFN¹¹⁹ (Tableau 22).¹²⁰

Tableau 22. Liste des exemptions spécifiques pour les PCN (décision SC-7/14)¹²⁰

Produit chimique	Activité	Exemptions spécifiques
Naphtalènes polychlorés, y compris <i>Naphtalènes dichlorés, naphtalènes trichlorés, naphtalènes tétrachlorés, naphtalènes pentachlorés, naphthalènes hexachlorinés, naphtalènes heptachlorés, naphtalène octachloré</i>	Production	Intermédiaires dans la production de polyfluorophtalènes (PFN), y compris l'octafluoronaphtalène (OFN)
	Utilisation	Production de naphtalènes polyfluorés, y compris l'octafluoronaphtalène

10.2 Production

La production de PCN a cessé vers 2000. Quelque 150.000 tonnes ont été produites de 1920 à 2000. La plupart des PCN produits industriellement étaient des mélanges de plusieurs congénères commercialisés sous les noms commerciaux Halowax, Nibren et autres. La production de PCN a cessé dans la plupart des pays il y a plus de 20 ans et le volume de production avait déjà diminué dans les années 70.

Actuellement, la Russie a demandé une exemption pour la production de 500 tonnes de PCN par an.¹²¹

10.3 Utilisation

Les PCN ont été utilisés dans le passé pour diverses applications, notamment l'isolation des fils électriques, comme additif pour les peintures métalliques imperméables (p. ex., dans l'industrie marine) et dans le caoutchouc, comme conservateur du bois, comme diélectrique pour les

¹¹⁶ PNUE/POPS/POPRC.8/16/Add.1 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.8-16-Add.1.English.pdf>

¹¹⁷ PNUE/POPS/POPRC.9/13/Add.1 file:///C:/Users/roland/Downloads/UNEP-POPS-POPRC.9-13-Add. 1.English. pdf

¹¹⁸ La gamme fait référence au degré de chloration différent des congénères PCN.

¹¹⁹ <http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/SpecificExemptions/PolychlorinatednaphthalenesRoSE/tabid/5483/Default.aspx>

¹²⁰ Décision SC-7/14. <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.7-SC-7-14.English.pdf>

¹²¹ <http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/SpecificExemptions/PolychlorinatednaphthalenesRoSE/tabid/5483/Default.aspx>

condensateurs, comme munitions de brouillard et ballast de munitions, comme additif dans les huiles de machine et comme lubrifiant dans le meulage ou la coupe.^{116,122}

En raison de la durée de vie limitée des câbles, lubrifiants, munitions ou produits en caoutchouc, on peut supposer que la plus grande partie de ces produits contenant des PCN a déjà été éliminée.¹²³ Certains des produits utilisés dans la construction, comme le bois traité ou les mastics d'étanchéité, ont une longue durée de vie et, par conséquent, certains PCN pourraient encore être présents dans ces utilisations.¹²³

Actuellement, les PCN sont utilisés comme intermédiaires pour la production de PFN, y compris l'OFN (Tableau 22).

10.4 Commerce

Étant donné que la production de 500 tonnes de PCN n'est exemptée que pour l'utilisation comme intermédiaires dans la production de PFN, y compris l'OFN en Russie,¹²¹ aucun commerce de PCN n'est prévu.

11 Hexachlorobutadiène (HCBD)

11.1 Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention

L'hexachlorobutadiène (HCBD) est un composé organique chloré appartenant au groupe des alcènes perchlorés aliphatiques insaturés (Tableau 23). Le HCBD peut être transporté sur de longues distances, est persistant et hautement toxique pour les organismes aquatiques et les oiseaux. Elle peut affecter les chaînes alimentaires en raison de sa bioaccumulation et de sa persistance. Il a été démontré que le HCBD provoque des irritations, une dépression du système nerveux et des lésions rénales lorsqu'il est inhalé à des concentrations plus élevées. Il est génotoxique et peut avoir un effet négatif sur la dégénérescence du foie gras. Le HCBD relativement volatil peut être absorbé par voie orale, par inhalation et par voie cutanée. Il est classé comme un possible cancérogène humain et est génotoxique.¹²³ Des informations détaillées sont fournies dans le profil de risque¹²⁴ et l'évaluation de la gestion du risque.¹²⁵ Les informations sur l'identité chimique et les structures sont présentées dans le Tableau 23.

En 2015, le HCBD a été inscrit à l'annexe A de la Convention sans exemption spécifique¹²⁶ et a été inscrite en 2017 à l'annexe C.¹²⁷ Les Parties doivent prendre des mesures pour éliminer la production et l'utilisation du HCBD et aussi prendre des mesures pour réduire au minimum les rejets non intentionnels de HCBD.

¹²² PNUE (2017) Projet de guide sur la préparation des inventaires des naphthalènes polychlorés (PCN). UNEP/POPS/COP.8/INF/19.

¹²³ Brüscheiler BJ, Märki W, Wülser R (2010) Génotoxicité in vitro des butadiènes polychlorés (Cl4-Cl6). Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis 699, 47-54.

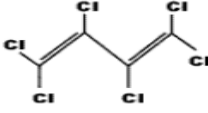
¹²⁴ PNUE/POPS/POPRC.8/16/Add.2 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.8-16-Add.2.English.pdf>

¹²⁵ PNUE/POPS/POPRC.9/13/Add.2 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.9-13-Add.2.English.pdf>

¹²⁶ Décision SC-7/12 : Inscription du HCBD à l'annexe A : <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.7-SC-7-12.English.pdf>

¹²⁷ Décision SC-8/12 : Inscription du HCBD à l'annexe C : <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.8-SC-8-12.English.pdf>

Tableau 23. Identification chimique et structure de l'hexachlorobutadiène^{125,126}

Nom chimique:	Hexachlorobutadiène		
Synonymes/ abréviations:	HCBd; perchloro-1, 3-butadiène; perchlorobutadiène; 1,3-hexachlorobutadiène; 1,3-butadiène, 1,1,2,3,4,4-hexachloro- 1,3-butadiène, hexachloro; hexachlorobuta-1,3-diène		
Noms commerciaux:	Dolen-pur, C-46, UN2279, GP-40-66:120 ¹²⁸		
Numéro de registre CAS:	87-68-3		
Structure:		Poids moléculaire :	260,76 g/mol
		Formule moléculaire :	C ₄ Cl ₆ , Cl ₂ C=CClClC=CCl ₂

11.2 Production

Le HCBd est principalement un sous-produit du procédé de chlorolyse dans la production de tétrachlorure de carbone, de tétrachloroéthène et de chloroforme.¹²⁹ Ces solvants chlorés sont produits à grande échelle dans de nombreux pays et suffisamment de HCBd involontaire a été/est formé pour justifier sa séparation comme produit commercial de HCBd. L'HCB a été produit involontairement dans les mêmes procédés et les déchets de production qui en résultent, contenant principalement du HCBd et de l'HCB, sont appelés « déchets d'HCB ». Ces déchets de production contiennent également des niveaux élevés de PCB, de PCN, de PeCB et une faible quantité de PCDD/PCDF.^{130,131,132} HCBd n'a jamais été produit intentionnellement.¹²⁹

En termes de quantité, la production ou la fabrication non intentionnelle de HCBd comme sous-produit des procédés industriels était de 10.000 tonnes par an en 1982.¹³³ Les déchets de HCB/HCBd non intentionnels provenant de grands producteurs individuels de solvants ont généré des dépôts de déchets dans l'ordre de 10.000 tonnes de « déchets de HCB » sur les sites respectifs, avec la pollution connexe.^{129,131,132} Autres procédés thermiques, comme l'incinération des déchets, ne sont pas considérés comme une source pertinente de HCBd.¹²⁹

Le HCBd est encore produit involontairement dans certains procédés de production de l'industrie des organochlorés, en particulier dans la production de solvants chlorés. Dans les pays industrialisés, le recyclage de ces HCBd a cessé. Il y a un manque d'information spécifique sur la production actuelle dans les pays émergents comme la Chine et l'Inde, qui ont une grande production de solvants chlorés et pourraient séparer le HCBd¹²⁹ comme indiqué par les plateformes de vente.¹³⁴ Une analyse détaillée des POP non intentionnels dans les déchets n'a été réalisée et publiée que pour une seule production de chlorométhane.¹³⁰

¹²⁸ van der Honing M. (2007) Exploration des options de gestion pour l'hexachlorobutadiène (HCBd), document présenté à la sixième réunion du Groupe d'étude sur les polluants organiques persistants de la CLRTAP de la CEE-ONU, Vienne, 4-6 juin 2007.

¹²⁹ PNUE (2017) Projet de directives sur la préparation des inventaires de l'hexachlorobutadiène (HCBd). UNEP/POPS/COP.8/INF/18

¹³⁰ Zhang L, Yang W, Zhang L, Lib X (2015) Polluants organiques persistants produits de façon hautement chlorée et non intentionnelle pendant la production de méthanes chlorés à base de méthanol : une étude de cas en Chine. Chemosphere 133, 1-5.

¹³¹ Weber R, Watson A, Malkov M, Costner P, Vijgen J (2011) Les POP produits non-intentionnellement par la production de solvants qui sont des déchets d'hexachlorobenzène et de pentachlorobenzène— la nécessité d'établir des facteurs d'émission et des inventaires. Organohalogen Compounds 73, 2205-2208. <http://dioxin20xx.org/wp-content/uploads/pdfs/2011/5002.pdf>

¹³² Weber R, Watson A, Forter M, Oliaei F (2011) Polluants organiques persistants et décharges - Bilan des expériences passées et les défis d'avenir. Waste Management & Research 29 (1) 107-121.

¹³³ Programme international sur la sécurité chimique, Critères de santé environnementale 156, Hexachlorobutadiène, OMS. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc156.htm>, 2012-02-01

¹³⁴ <https://www.globalchemmall.com/hexachlorobutadiene>; <https://www.nacchemical.com/hexachlorobutadiene-solution-3744326.html>

11.3 Utilisation

Le HCBd a été utilisé dans plusieurs applications techniques et agricoles, comme intermédiaire dans l'industrie chimique ou comme produit.¹²⁹ Il a été appliqué comme solvant (pour le caoutchouc et d'autres polymères); comme « épurateur » pour récupérer le gaz contenant du chlore ou pour éliminer les composants organiques volatils du gaz; comme fluide hydraulique, de transfert de chaleur ou de transformateur; dans les gyroscopes; dans la production de tiges d'aluminium et de graphite.^{126,129}

11.4 Commerce

Aujourd'hui, certaines entreprises offrent encore le HCBd comme produit à l'échelle des tonnes sur les plateformes Internet, ce qui indique que le HCBd est toujours séparé dans une certaine mesure dans certains sites de production pour la vente et l'utilisation commerciale.

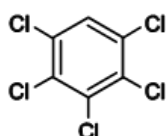
Le commerce du HCBd n'est pas réglementé par la Convention de Rotterdam, de sorte que le HCBd n'est pas soumis à la procédure de consentement préalable en connaissance de cause (PIC) et ne dispose pas d'un code SH spécifique. Ainsi, aucune donnée sur le commerce international du HCBd n'a pu être obtenue.

12 Pentachlorobenzène (PeCB)

12.1 Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention

Le pentachlorobenzène (PeCB) appartient à un groupe de chlorobenzènes qui se caractérisent par un anneau benzénique dans lequel les atomes d'hydrogène sont remplacés par cinq chlorines (Tableau 24). Le PeCB est persistant dans l'environnement et bioaccumulable. Le PeCB a une très longue durée de séjour atmosphérique et est transporté sur de longues distances. Les informations détaillées pour l'inscription sont fournies dans le profil de risque¹³⁵ et l'évaluation de la gestion des risques.¹³⁶ Les informations sur l'identité chimique sont compilées dans le Tableau 24. Depuis 2009, le PeCB figure à l'annexe A sans exemptions spécifiques et à l'annexe C de la Convention de Stockholm.¹³⁷

Tableau 24. Identification chimique et structure du PeCB^{135,136}

Nom chimique:	Pentachlorobenzène		
Synonymes/ abréviations:	1,2,3,4,5-pentachlorobenzène; pentachlorobenzène; PeCB; QCB; quinto-chlorobenzène		
Noms commerciaux:	Aucun		
Numéro d'enregistrement CAS:	608-93-5		
Structure :		Poids moléculaire :	250,32 g/mol
		Formule moléculaire :	C ₆ HCl ₅

¹³⁵ PNUE/POPS/POPRC.3/20/Add.7 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.3-20-Add.7.English.pdf>

¹³⁶ PNUE/POPS/POPRC.4/15/Add.2 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.4-15-Add.2.English.pdf>

¹³⁷ Décision SC-4/16 : Inscription du pentachlorobenzène <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.4-SC-4-16.English.pdf>

12.2 Production

Il n'existe aucune production intentionnelle connue de PeCB industriel. Cependant, une société offre du PeCB et des dérivés connexes sur une plate-forme commerciale.¹³⁸ Le PeCB est produit et utilisé en quantités relativement faibles comme PeCB de qualité analytique par les laboratoires pour la préparation des solutions-étalons utilisées à des fins analytiques.¹³⁶

12.3 Utilisation

Le PeCB a été utilisé dans des mélanges avec des PCB dans des équipements tels que les transformateurs, dans des supports de colorants, comme fongicide, comme ignifugeant et comme intermédiaire chimique, p. ex., pour la production du fongicide quintozène. La dégradation du quintozène produit en partie le PeCB, qui était autrefois la source la plus importante de PeCB.¹³⁵ La production de quintozène aux États-Unis a été estimée à 1.300 tonnes en 1972.¹³⁵ De plus grands fabricants américains et européens de quintozène ont modifié leur procédé de fabrication pour éliminer cette utilisation du PeCB. L'utilisation du quintozène a également été arrêtée dans la plupart des pays de la CEE en raison de sa persistance et de sa contamination par les PCDD/PCDF et les rejets connexes.^{139,140} La situation à l'extérieur de la région CEE-ONU en ce qui concerne la production et l'utilisation est inconnue à ce stade.

12.4 Commerce

Comme il n'y a pas de production intentionnelle de PeCB industriel, il n'y a pas non plus de commerce de PeCB avec l'exemption des normes analytiques.

13 Lindane (gamma-HCH) et alpha- et beta-HCH

13.1 Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention

Trois isomères majeurs de l'hexachlorocyclohexane (HCH) ont été inscrits en 2009 dans la Convention:

- alpha-hexachlorocyclohexane (alpha-HCH)
- bêta-hexachlorocyclohexane (bêta-HCH)
- gamma- hexachlorocyclohexane (lindane; gamma-HCH)

Seul le lindane a une activité insecticide. Toutefois, le lindane ne pouvait pas être produit de façon isomère spécifique, mais il était produit sous forme de mélange de HCH lors de la chloration du benzène et ensuite séparé du mélange de HCH. Les isomères de déchets de HCH provenant de la production de lindane ont entraîné des résidus importants et des sites contaminés sur les sites de production.^{141,142}

¹³⁸ <https://www.echemi.com/shop-us20220607140012825/products.html?keywords=pentachlorobenzene>

¹³⁹ Holt E, Weber R, Stevenson G, Gaus C (2010) Impuretés de dibenzo-p-dioxines et de dibenzofuranes polychlorés (PCDD/Fs) dans Pesticides: A Neglected Source of Contemporary Relevance. Environ. Sci. Technol 44, 5409–5415.

¹⁴⁰ Huang J, Gao J, Yu G, Yamazaki N, Deng S, Wang B, Weber R (2015) Impuretés de PCDD, PCDF et PCB-DL formés involontairement dans les produits chinois à base de pentachloronitrobenzène. Environ Sci Pollut Res Int. 22, 14462-14470.

¹⁴¹ Vijgen J, Abhilash PC, Li Y-F, et al. (2011) HCH comme nouveaux POPs de la Convention de Stockholm – une perspective mondiale sur la gestion du lindane et de ses isomères résiduels. EnvSciPollut Res. 18, 152-162.

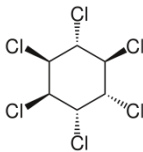
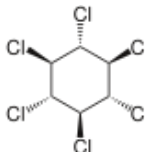
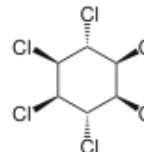
¹⁴² Vijgen J, Fokke B, van de Coterlet G, Amstaetter K, Sancho J, Bensaïah C, Weber R (2022) Coopération européenne pour s'attaquer aux séquelles de l'hexachlorocyclohexane (HCH) et du lindane. Emerg. Contam. 8, 97-112 <https://doi.org/10.1016/j.emcon.2022.01.003>

Le lindane est persistant, se bioaccumulant facilement dans la chaîne alimentaire et les bioconcentrés. Il existe des preuves de transport à longue distance et d'effets toxiques chez les animaux de laboratoire et les organismes aquatiques. En 2018, le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a classé le lindane comme cancérigène du groupe 1 (cancérigène pour les humains).

Alpha- et beta-HCH sont soumis à un transport à longue distance. Ils sont très persistants dans l'eau des régions plus froides et peuvent se bioaccumuler et se bioamplifier dans les réseaux trophiques du biote et de l'Arctique. Ils sont classés comme étant potentiellement cancérigènes pour les humains et ont des effets néfastes sur la faune et la santé humaine dans les régions contaminées.¹⁴² Des informations détaillées sont fournies dans les profils de risque respectifs et les évaluations de gestion du risque d'alpha-/beta-HCH¹⁴³ et de lindane.^{144,145} Les caractéristiques et structures chimiques sont présentées dans le Tableau 25.

Ces trois isomères du HCH ont été inscrits à l'annexe A de la Convention de Stockholm en mai 2009. Le lindane a été inscrit sur la liste des médicaments à usage humain exemptés pour le traitement de deuxième ligne¹⁴⁶ contre les poux et la gale, mais sa production n'était pas exemptée.

Tableau 25. Identification chimique et structure des isomères de HCH figurant dans la Convention^{143,144,145}

Nom chimique:	Alpha-HCH	Beta-HCH	Gamma-HCH (lindane)
Synonyms/abréviations:	Alpha-1,2,3,4,5,6-hexachlorocyclohexane, isomère alpha, alpha-HCH; alpha-BHC,	bêta-1,2,3,4,5,6-hexachlorocyclohexane; beta-HCH; bêta-BHC,	1,2,3,4,5,6-hexachlorocyclohexane (HCH)
Noms commerciaux:			Lindane, BHC
Numéro d'enregistrement CAS:	319-84-6	319-85-7	58-89-9
Utilisation commerciale:	Sous-produit du lindane et dans le HCH technique	Sous-produit du lindane et dans le HCH technique	Insecticide
Structure:			
Poids moléculaire:	290,83 g/mol	Formule moléculaire:	C ₆ H ₆ Cl ₆

13.2 Production historique

Le lindane (gamma-HCH) et le HCH technique sont parmi les pesticides les plus largement produits dans le monde. On estime que l'utilisation mondiale de lindane entre 1950 et 2000 pour l'agriculture, le bétail, la foresterie, la santé humaine et d'autres finalités s'est élevée à environ 600 kt. La production totale de gamma-HCH a été estimée à 1.794 kt⁵. (Figure 1). Chaque tonne de lindane produite a créé environ 6 à 10 tonnes des autres isomères, y compris alpha et bêta-HCH. Les

¹⁴³ PNUE/POPS/POPRC.3/20/Add.8; PNUE/POPS/POPRC.3/20/Add.9; PNUE/POPS/POPRC.4/15/Add.3; PNUE/POPS/POPRC.4/15/Add.4

¹⁴⁴ PNUE/POPS/POPRC.2/17/Add.4 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.2-17-Add.4.English.pdf>

¹⁴⁵ PNUE/POPS/POPRC.3/20/Add.4 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.3-20-Add.4.English.pdf>

¹⁴⁶ Décision SC-4/15 : Inscription du lindane. <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.4-SC-4-15.English.pdf>

600.000 tonnes de lindane produites entre 1950 et 2000 ont généré entre 5 et 7,4 millions de tonnes d'isomères HCH déposées^{5,147} (Figure 1).

13.3 Utilisation

Le lindane a été utilisé comme insecticide à large spectre pour le traitement des semences et du sol, les applications foliaires, le traitement des arbres et du bois, ainsi que contre les ectoparasites dans les applications vétérinaires et humaines. La production de lindane a diminué au cours des dernières décennies, et la dernière production de lindane a été arrêtée en Inde il y a plusieurs années.¹⁴⁸

Depuis 2019, aucune Partie n'a demandé d'exemption spécifique pour l'utilisation du lindane comme médicament de santé humaine pour le contrôle des poux et de la gale en tant que traitement de deuxième ligne. Par conséquent, l'exemption a pris fin en 2019 et aucune nouvelle inscription ne peut être effectuée.¹⁴⁹ Les HCH alpha et bêta sont énumérés à l'annexe A sans exemptions spécifiques.^{150,151}

13.4 Commerce

Certains échanges de lindane se sont poursuivis pour l'utilisation exemptée du lindane à des fins pharmaceutiques, provenant des stocks de lindane jusqu'à récemment en faible volume mais l'exemption a cessé en 2019. Par conséquent, il n'y a probablement pas de commerce et d'utilisation du lindane ces dernières années.

14 Chlordécone

14.1 Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention

Le chlordécone est un pesticide organochloré synthétique, qui a été principalement utilisé comme insecticide agricole, miticide et fongicide. Le chlordécone est chimiquement étroitement lié au mirex. Le chlordécone est très persistant dans l'environnement, il a un potentiel élevé de bioaccumulation et de bioamplification et, selon les propriétés physico-chimiques et les données de modélisation, il peut être transporté sur de longues distances. Il est classé comme un possible cancérogène humain et est très toxique pour les organismes aquatiques. Des informations détaillées pour l'inscription sont fournies dans le profil de risque¹⁵² et l'évaluation de la gestion du risque.¹⁵³ Les caractéristiques et structures chimiques sont présentées dans le Tableau 26. Depuis 2009, le chlordécone figure à l'annexe A de la Convention de Stockholm sans exception.¹⁵⁴

¹⁴⁷ Vijgen J, Abhilash PC, Li Y-F, et al. (2011) HCH comme nouveaux POPs de la Convention de Stockholm – une perspective mondiale sur la gestion du lindane et de ses isomères résiduels. *Env Sci Pollut Res*. 18, 152-162

¹⁴⁸ Jit S, Dadhwal M, Kumari H, et al. (2010) Évaluation de la contamination par l'hexachlorocyclohexane dans la dernière usine de production de lindane en exploitation en Inde. *EnvSciPollut Res* 18(4), 586-597

¹⁴⁹ PNUE (2019) SC-9/1 : Exemptions. PNUE/POPS/COP.9/SC9-1

¹⁵⁰ Décision SC-4/10 : Inscription d'alpha-HCH. <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.4-SC-4-10.English.pdf>

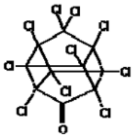
¹⁵¹ Décision SC-4/11 : Inscription du bêta-HCH. <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.4-SC-4-11.English.pdf>

¹⁵² PNUE/POPS/POPRC.3/20/Add.10 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.3-20-Add.10.English.pdf>

¹⁵³ PNUE/POPS/POPRC.3/20/Add.2 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.3-20-Add.2.English.pdf>

¹⁵⁴ Décision SC-4/12 : <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.4-SC-4-12.English.pdf>

Tableau 26. Identification chimique et structure du chlordécone

Nom chimique:	1,1a,3,3a,4,5,5,5a,5b,6-déca-chloro-octahydro-1,3,4-méthène-2H-cyclobuta-[cd]-pentalen-2-one		
Synonymes/ abréviations:	Decachloropentacyclo(5.2.1.0'2,6.0'3,9.0'5,8)decan-4-one; dédaclorooctahydro-1,3,4-méthène-2H,5H-cyclobuta-[cd] pentalen-2-one; décaclorocétone		
Noms commerciaux:	GC 1189, Kepone, Merex, ENT 16391, Curlone		
Numéro d'enregistrement CAS:	143-50-0		
Structure:		Poids moléculaire :	490,6 g/mol
		Formule moléculaire :	C ₁₀ Cl ₁₀ O

14.2 Production

Le chlordécone a été produit principalement aux États-Unis (noms commerciaux GC 1189; Kepone) jusqu'en 1976, date à laquelle il a été interdit. Entre 1951 et 1975, environ 1.600 tonnes de chlordécone ont été produites aux États-Unis avec des exportations importantes vers l'Europe, l'Asie, l'Amérique latine et l'Afrique. En France, le chlordécone a été produit jusqu'aux années 1990. On estime qu'un total de 1.820 tonnes⁵ de chlordécone a été produit dans le passé (Figure 1).

14.3 Utilisation

Le chlordécone a été utilisé comme insecticide agricole, miticide et fongicide dans diverses parties du monde pour lutter contre un large éventail de parasites, en particulier la lutte contre la pyrale des racines de bananes. Il a été utilisé comme larvicide pour mouches, un fongicide contre la gale des pommes et le mildiou pour lutter contre le doryphore du Colorado, l'acarien de la rouille sur les agrumes non porteurs, et le ver filaire de la pomme de terre et du tabac sur les glaïeuls et d'autres plantes. Le chlordécone a également été utilisé dans des pièges à fourmis et à cafards dans les ménages.¹⁵⁵ Le chlordécone produit en France a été utilisé principalement dans les plantations de bananes, par exemple en Martinique et en Guadeloupe jusqu'en 1993 et jusqu'à ce que les stocks restants aient été détruits en 2002.¹⁵⁶

14.4 Commerce

Depuis que la production et l'utilisation du chlordécone ont été éliminées il y a 30 ans, les stocks ayant été détruits, aucun commerce de chlordécone n'a eu lieu au cours des 20 dernières années.

¹⁵⁵ Factsheet chlordécone: <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-NewPOPs-Factsheet-04-20200226.English.pdf>

¹⁵⁶ <https://web.archive.org/web/20100710190934/http://www.pan-germany.org/deu/~news-691.html>

15 Endosulfan

15.1 Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention

L'endosulfan est un pesticide organochloré synthétique. L'endosulfan de qualité technique est un mélange de deux isomères (α - et β -) dans un rapport d'environ 2:1 à 7:3, avec des impuretés et des produits de dégradation.

L'endosulfan est persistant dans l'atmosphère, les sédiments et l'eau. Il se bioaccumulera et pourra être transporté sur de longues distances. L'endosulfan est toxique pour les humains et a des effets nocifs sur un large éventail d'organismes aquatiques et terrestres. L'exposition à l'endosulfan est liée aux troubles physiques congénitaux, aux retards mentaux et aux décès chez les travailleurs agricoles et les villageois dans les pays à faible/moyen revenu en Afrique, en Asie et en Amérique latine. Le sulfate d'endosulfan présente une toxicité semblable à celle de l'endosulfan. Les informations détaillées pour l'inscription sont fournies dans le profil de risque¹⁵⁷ et l'évaluation de la gestion des risques.¹⁵⁸ Les informations sur l'identité chimique sont rassemblées dans le Tableau 27.

Depuis 2011, l'endosulfan est inscrit à l'annexe A de la Convention de Stockholm avec des exemptions spécifiques pour la production et l'utilisation sur les complexes phytosanitaires répertoriés dans la partie VI de l'annexe A (Tableau 28).¹⁵⁹ Selon le site web de la Convention, il n'y a plus d'exemptions enregistrées pour la production et l'utilisation.¹⁶⁰

Tableau 27. Identification chimique et structure des endosulfans techniques

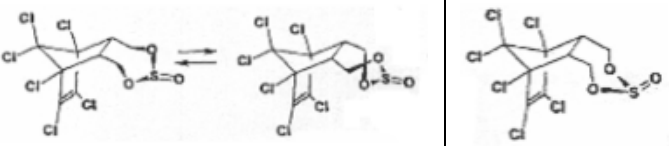
Nom chimique:	alpha (α) endosulfan	bêta (β) endosulfan
Synonyms/abréviations:	6,7,8,9,10-hexachlor-1,5,5a,6,9,9a-hexahydro-6,9-méthano-2,4,3-benzodioxathiepin-3-oxyde de 6,9-méthano-2,4,3-benzodioxathiepin-6,7,8,9,10,10-hexachlor-1,5,5a,6,9,9a-hexahydro-3-oxyde	
Numéro d'enregistrement CAS:	959-98-8	33213-65-9
Structure:		
Poids moléculaire:	406,96 g/mol	Formule moléculaire: C ₉ H ₆ Cl ₆ O ₃ S

Tableau 28. Liste des exemptions spécifiques pour l'endosulfan (Décision SC-5/3)¹⁶¹

Produit chimique	Activité	Exemptions spécifiques
Endosulfan technique et ses	Production	Comme autorisé pour les parties inscrites au registre des exemptions spécifiques

¹⁵⁷ PNUE/POPS/POPRC.5/10/Add.2 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.5-10-Add.2.English.pdf>

¹⁵⁸ PNUE/POPS/POPRC.6/13/Add.1 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.6-13-Add.1.English.pdf>

¹⁵⁹ Décision SC-5/3. Inscription de l'endosulfan sur la liste : <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.5-SC-5-3.English.pdf>

¹⁶⁰ <http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/SpecificExemptions/TechnicalendosulfanRoSE/tabid/5037/Default.aspx>

¹⁶¹ Décision SC-5/3. Inscription de l'endosulfan sur la liste : <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.5-SC-5-3.English.pdf>

isomères connexes	Utiliser	Complexes phytosanitaires répertoriés conformément aux dispositions de la partie VI de l'annexe A. Par exemple, pomme, mangue, aubergine, gombo.
-------------------	----------	--

15.2 Production

Vers 2009, le Brésil, la Chine, l'Inde, Israël et la Corée du Sud ont produit ensemble entre 18 et 20 kt d'endosulfan par an. Au total, 622 kt ont été produits dans le passé. Actuellement, il n'y a pas de production connue.

15.3 Utilisation

L'endosulfan est un insecticide utilisé depuis plus de 50 ans pour lutter contre les insectes nuisibles, tels que les insectes qui mâchent, sucent et ennuient, y compris les pucerons, les thrips, les coléoptères, les chenilles qui se nourrissent des feuilles, les acariens, les tétrants, les vers à couteaux, les vers de terre, les insectes, les mouches blanches, Cicadelles, escargots dans les rizières et mouches tsé tsé. L'endosulfan a été utilisé sur une gamme de cultures. Les principales cultures auxquelles il est appliqué sont le soja, le coton, le riz et le thé. Les autres cultures sont les légumes, les fruits, les noix, les baies, les raisins, les céréales, les légumineuses, le maïs, les oléagineux, les pommes de terre, le café, les champignons, les olives, le houblon, le sorgho, le tabac et le cacao. Il a également été utilisé sur les arbres ornementaux et forestiers, ainsi que comme conservateur de bois industriel et domestique.¹⁶²

Il n'y a pas d'utilisation actuelle connue de l'endosulfan, mais des stocks pourraient être présents dans certains pays.

15.4 Commerce

Le commerce de l'endosulfan a fortement diminué, passant de 500 tonnes en 2017 à environ 100 tonnes en 2018 et à moins de 10 tonnes en 2019.¹⁶³ Aujourd'hui, il n'existe aucun commerce connu d'endosulfan. Comme l'endosulfan a été produit et utilisé jusqu'à récemment, il pourrait rester des stocks qui pourraient être échangés.

16 Pentachlorophénol (PCP) et ses sels et esters

16.1 Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention

Le pentachlorophénol (PCP) se présente sous deux formes : le PCP lui-même ou sous forme de sel de sodium du PCP, qui se dissout facilement dans l'eau. Le PCP est un hydrocarbure aromatique chloré, solide à température ambiante, très soluble dans la graisse et ininflammable.¹⁶⁴

Le PCP a été produit sous forme de PCP et de sel de sodium du PCP. Le PCP, ses sels et ses esters comprennent différentes substances : PCP (voir Tableau 29. No. CAS : 87-86-5), pentachlorophénolate de sodium (no. CAS : 131-52-2), sous forme monohydratée (no. CAS : 27735-64-4), laurate de pentachlorophényle (no. CAS : 3772-94-9) et pentaanisole (no. CAS : 1825-21-4).

Bien que la molécule de PCP ne réponde pas à tous les critères de dépistage spécifiés à l'annexe D, le PCP et ses sels et ses esters répondent aux critères de dépistage de persistance, de transport

¹⁶² Factsheet Endosulfan: <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-NewPOPs-Factsheet-17-20200226.English.pdf>

¹⁶³ Zou H, Wang T, Wang ZL, Wang Z. (2023) Poursuite du commerce mondial à grande échelle et du commerce illégal de produits chimiques hautement dangereux. *Nature Sustainability*. 6(11), 1394-1405.

¹⁶⁴ PNUE (2017) Projet d'orientations sur la préparation des inventaires du pentachlorophénol et de ses sels et esters, et sur l'identification d'alternatives pour l'élimination progressive de ces produits chimiques. PNUE/POPS/COP.8/INF/20.

à longue distance et de toxicité spécifiés à l'annexe D, en tenant compte de son produit de transformation pentachloroanisole (PCA). Compte tenu de la dégradation complexe et des voies métaboliques du PCP et du PCA, tant dans l'environnement que dans le biote, ils ont été considérés ensemble dans le profil de risque.

Les informations détaillées pour l'inscription sont fournies dans le profil de risque¹⁶⁵ et l'évaluation de la gestion des risques.¹⁶⁶ Les informations sur l'identité chimique et les structures sont présentées dans le Tableau 29.

En 2015, le PCP et ses sels et esters ont été inscrits à l'annexe A de la Convention. Le PCP est inscrit à l'annexe A avec des exemptions spécifiques pour la production et l'utilisation de poteaux et de traverses en bois (Tableau 30).¹⁶⁷

Tableau 29. Identification chimique et structure de PCP.^{165,166}

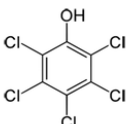
Nom chimique:	Pentachlorophénol		
Synonymes/ abréviations:	Divers (voir le profil de risque PCP) ¹⁶⁵		
Noms commerciaux:	Blocs KMG Penta ; Dura-Treat 40 Wood Preserver; et autres ¹⁶⁵		
Numéro d'enregistrement CAS:	87-86-5		
Structure:		Poids moléculaire :	266,34 g/mol
		Formule moléculaire :	C ₆ HCl ₅ O et C ₆ Cl ₅ OH

Tableau 30. Liste des exemptions spécifiques pour le pentachlorophénol et ses sels et esters

Produit chimique	Activité	Exemptions spécifiques
Pentachlorophénol et ses sels et esters	Production	Comme autorisé pour les Parties inscrites au registre des exemptions spécifiques conformément aux dispositions de la partie VIII de l'annexe A
	Utilisation	Pentachlorophénol pour poteaux et bras transversaux conformément aux dispositions de la partie VIII de l'annexe A

16.2 Production

Le PCP a été produit pour la première fois dans les années 1930 pour être utilisé comme conservateur du bois et commercialisé sous de nombreuses marques. Historiquement, le PCP a été produit au moins au Brésil, en Chine, en Allemagne, au Mexique, en Inde, dans l'ex-Tchécoslovaquie, au Danemark, en France, en Pologne, en Espagne, en Suisse, dans l'ex-URSS et au Royaume-Uni. En 1981, au plus fort de sa production, la production mondiale de PCP était d'environ 90.000 tonnes par an¹⁶⁵ et en 2011 d'environ 10.000 tonnes,¹⁶⁸ et elle est toujours produite principalement aux États-Unis, au Mexique et en Inde. Au total, 2.130 kt de PCP ont été produits en dans les années 1940⁵ (Figure 1).

¹⁶⁵ PNUE/POPS/POPRC.9/13/Add.3 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.9-13-Add.3.English.pdf>

¹⁶⁶ PNUE/POPS/POPRC.10/10/Add.1 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.10-10-Add.1.English.pdf>

¹⁶⁷ Décision SC-7/13. Inscription du pentachlorophénol, de ses sels et de ses esters.
<http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.7-SC-7-13.English.pdf>

¹⁶⁸ Proposition de faire figurer le pentachlorophénol et ses sels et esters dans les annexes A, B et/ou C de la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants. PNUE/POPS/POPRC.7/4.

Le Mexique a enregistré une production de PCP de 6.800 tonnes/an. Toutefois, la date d'expiration de l'exemption spécifique a expiré le 15 décembre 2021.¹⁶⁹ Le Mexique a également annoncé que la société qui produit ce POP a cessé ses activités.

Il n'est pas certain que la production de PCP puisse commencer aux États-Unis après l'arrêt de la production au Mexique. Le PCP est probablement encore produit en Inde qui, en tant que pays visé à l'article 25(4), n'a pas encore ratifié l'amendement au PCP.

16.3 Utilisation

Le PCP a été utilisé comme herbicide, insecticide, fongicide, antiseptique et désinfectant, ainsi que comme ingrédient dans les peintures antisalissures.

Les principales utilisations des produits à base de PCP qui ont donné lieu à des stocks importants sont :

- (a) Bois traité (p. ex., bois dans les constructions, poteaux de services publics, traverses ferroviaires)
- (b) Cuir traité (p. ex., chaussures, vêtements, meubles)
- (c) Textiles traités

Le PCP a également été utilisé dans les produits d'étanchéité, les charges et les composés de rempotage, les adhésifs, les vernis et les peintures.

Ces dernières années, les 6.800 tonnes de PCP produites au Mexique ont été en grande partie (99,98 %) exportées aux États-Unis pour être utilisées sur des poteaux d'électricité et des bras croisés.¹⁶⁹

Aux États-Unis, l'EPA a fixé une date d'annulation effective pour le PCP au 29 février 2024, qui sera suivie d'une période de 3 ans au cours de laquelle l'EPA autorise l'utilisation des stocks existants.¹⁷⁰

Les traverses de chemin de fer et autres bois traités au PCP sont souvent utilisés à titre secondaire dans des jardins privés et même dans des terrains de jeux. L'utilisation de bois traité au PCP a entraîné une contamination des aliments pour animaux et des denrées alimentaires par les PCDD/PCDF.¹⁷¹ Par conséquent, la gestion et la réutilisation du bois traité nécessitent un soin particulier.

16.4 Commerce¹⁷²

On estime que 99,98 % du PCP produit au Mexique jusqu'à récemment a été exporté vers les États-Unis alors que 0,02 % était utilisé au Mexique.¹⁶⁹ PHOC est probablement encore produit en Inde, et les États-Unis continuent de traiter le bois avec du PCP, du PCP et du bois traité au PCP pourrait encore être commercialisé dans une certaine mesure.

16.5 Utilisation antérieure de PCP et produits utilisés et déchets

Le bois, le cuir et les textiles traités pourraient encore être utilisés. Étant donné que la production et l'utilisation du PCP ont été importantes jusqu'aux années 1990, avec une production et une utilisation majeures dans les années 1980 et avant, la plupart des textiles traités au PCP et une part considérable de cuir traité ont probablement été rejetés dans les flux de déchets au cours des 30

¹⁶⁹ <http://www.pops.int/Implementation/Exemptions/SpecificExemptions/PCPRoSE/tabid/5481/Default.aspx>

¹⁷⁰ Décision de révision finale de l'enregistrement du pentachlorophénol no 2505 de l'EPA (2021); EPA-HQ-OPP-2014-0653.

¹⁷¹ Weber R, Herold C, Hollert H, et al. (2018) Examiner la pertinence des sources de dioxines et de PCB pour les aliments d'origine animale et la nécessité de leur inventaire, contrôle et gestion. Environ Sci Eur. 30:42. <https://rdcu.be/bax79>.

¹⁷² Veuillez noter que les volumes de commerce élevés attribués au PCP dans la revue de Zou et al. (2023) résultent du code SH 290819 (Dérivés contenant uniquement des substituants halogènes et leurs sels, de phénols ou phénol-alcools (excl. PCP)) dans leur évaluation. La HS290819 couvre toutefois également les composés aromatiques phénoliques bromés, dont le TBBPA, avec de grandes productions en Israël, en Jordanie et aux États-Unis, ce qui explique l'importance des données commerciales de la HS290819 provenant de ces pays, mais n'est pas liée au PCP.

dernières années. Cependant, une grande partie du bois a une très longue durée de vie avec le bois traité utilisé à l'intérieur pouvant atteindre 100 ans (voir l'étude de cas des POP en construction dans les orientations sur les inventaires sectoriels des POP¹⁷³). De plus, certains poteaux d'utilité et traverses de chemin de fer traités pourraient être encore en usage et utilisés à titre secondaire. En particulier, l'utilisation secondaire du bois traité au PCP dans les terrains de jeux ou les jardins privés peut prolonger considérablement la durée de vie et entraîner une exposition humaine.

17 Dicofof

17.1 Identité chimique, propriétés des POP et inscription à la liste en vertu de la Convention

Le dicofof est un insecticide produit à partir du DDT, composé de deux isomères : p,p'-dicofof et o,p'-dicofof. Le produit technique (à 95 % environ de pureté) est une huile visqueuse brune et se compose de 80-85 % p,p'-dicofof et 15-20 % o,p'-dicofof avec jusqu'à 18 impuretés. Dans le passé, certains dicofof contenaient plus de 10 % de DDT.¹⁷⁴

Le dicofof a un potentiel de bioconcentration élevé, comme l'ont démontré les valeurs des facteurs de bioconcentration obtenus expérimentalement chez les poissons. Les résultats du modèle ont montré que le dicofof et ses métabolites peuvent être transportés vers des régions éloignées. Semblable au DDT, le dicofof est un pesticide toxique qui persiste dans l'environnement et s'accumule dans les animaux sauvages, le bétail et les humains. Une exposition prolongée ou répétée au dicofof peut provoquer une irritation de la peau et une hyperstimulation des transmissions nerveuses le long des axones nerveux. Le dicofof est hautement toxique pour les poissons, les invertébrés aquatiques, les algues et les oiseaux. Elle est liée à l'amincissement de la coquille d'œuf et à une fertilité réduite. Les informations détaillées pour l'inscription sont fournies dans le profil de risque¹⁷⁵ et l'évaluation de la gestion des risques.¹⁷⁶ Les informations sur l'identité chimique sont compilées dans le Tableau 31. Dicofof a été inscrit en 2019 à l'annexe A sans exemption spécifique.¹⁷⁷

Tableau 31. Identification chimique et structure des dicofofs^{179,180}

Nom chimique:	Dicofof
Synonymes/ abréviations:	1,1-bis(4-chlorophényl)-2,2,2-trichloroéthanol et 1-(2-chlorophényl)-1-(4-chlorophényl)-2,2,2-trichloroéthanol (p,p'- et o,p'-isomère)
Noms commerciaux:	1,1-bis(chlorophényl)-2,2,2-trichloroéthanol; 4-chloro-α-(4-chlorophényl)-α-(trichlorométhyl); Acarin; Benzenemethanol; Carbox; Cekudifol; ACFP; Decofol; Dicaron; Dichlorokelthane; Dicomite; Difol; DTMC; ENT 23648; FW293; Hilfol; Hilfol 18.5 CE; Kelthane; Kelthanethanol; Kelthane A; Kelthane (DOT); Base de poussière de Kelthane; Kelthane 35; Milbol; Mitigan; p, p'-dicofof; NA2761 (DOT); NCI-C00486
Numéro d'enregistrement CAS:	115-32-2 (dicofof; p, p'-dicofof); 10606-46-9 (o,p'-dicofof)

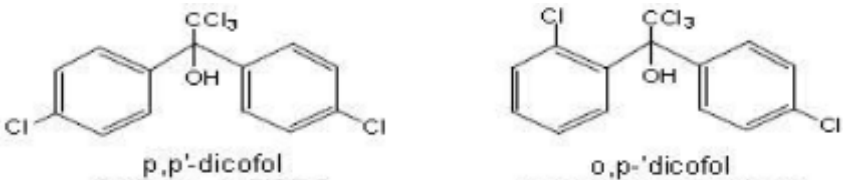
¹⁷³ PNUE (2022) Directives sectorielles pour les inventaires des POP et autres produits chimiques préoccupants dans les bâtiments/la construction, l'équipement électrique et électronique et les véhicules.

¹⁷⁴ Qiu X, Zhu T, Yao B, Hu J, Hu S.(2005) Contribution du dicofof à la pollution actuelle par le DDT en Chine. Environ Sci Technol. 39(12), 4385–4390. doi:10.1021/es050342a.

¹⁷⁵ PNUE/POPS/POPRC.12/11/Add.1; <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.12-11-Add.1.English.pdf>

¹⁷⁶ PNUE/POPS/POPRC.13/7/Add.1 <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.13-7-Add.1.English.pdf>

¹⁷⁷ Décision SC-9/11 : Inscription de dicofof. <http://www.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP.9-SC-9-11.English.pdf>

Structure:	 p,p'-dicofol o,p'-dicofol		
Poids moléculaire:	370,49 g/mol	Formule moléculaire :	C ₁₄ H ₉ Cl ₅ O

17.2 Production

Le dicofol a été fabriqué à partir de DDT technique par hydroxylation du DDT. Il a été commercialisé en 1955.¹⁷⁸ Entre 2000 et 2007, la production mondiale de dicofol était estimée à 2.700-5.500 tonnes par an, mais elle a fortement diminué depuis lors, plusieurs pays ayant progressivement cessé sa production et son utilisation.¹⁷⁶ Au total, 244 kt de dicofol ont été produites au cours de 5 dernières années.⁵ (Figure 1).

Le dicofol a été produit en Inde, en Chine, en Espagne et au Brésil. La Chine a utilisé environ 97.000 tonnes de DDT pour produire 40.000 tonnes de dicofol entre 1988 et 2002. En 2013-2014, le dernier producteur de dicofol technique restant en Chine a cessé la production de dicofol technique¹⁷⁶ et la production au Brésil a cessé en 2014-2015. L'Inde, où le dernier producteur de dicofol était actif, a annoncé à la COP9 qu'elle arrêterait sa production en 2019.

17.3 Utilisation

Le dicofol est un pesticide organochloré miticide et a été utilisé principalement en Asie de l'Est et du Sud-Est, sur la côte méditerranéenne ainsi qu'en Amérique du Nord et en Amérique centrale. Dicofol a un ensemble diversifié d'applications potentielles pour contrôler des acariens sur une large gamme de grandes cultures, fruits, légumes, orchidées, ornementales, plantations d'arbres de Noël, coton et thé ainsi que dans les bâtiments et structures extérieurs non agricoles. Puisque la production a cessé en 2019, seules quelques stocks restants pourraient être utilisés mais l'utilisation n'est pas exemptée (voir la section 17.1).

17.4 Commerce

Depuis l'arrêt de la dernière production de dicofol en 2019 en Inde, il n'y a probablement pas d'échanges commerciaux prévus. Mais comme la production n'a été arrêtée que récemment, il se peut qu'on négocie les stocks restants.

18 Comment accéder aux bases de données et aux statistiques internationales pertinentes sur la production et l'utilisation des POP

Pour le présent rapport, l'état des connaissances sur la production, le commerce et l'utilisation des POP a été compilé à partir de diverses sources de données. Plusieurs des documents consultés contiennent des renseignements plus détaillés qui n'ont pas pu être intégrés dans le rapport, mais qui ont été cités et peuvent être trouvés dans ces rapports et publications scientifiques.

Certaines des sources de données considérées et référencées sont mises à jour en permanence, comme l'enregistrement d'exemptions spécifiques¹⁷⁹ et les finalités acceptables¹⁸⁰ (voir aussi la section 18.3) ou les données d'importation et d'exportation compilées dans la base de données

¹⁷⁸ Programme international sur la sécurité chimique, Dicofol, OMS/FAO Fiches de données sur les pesticides no 81, Organisation mondiale de la santé. Genève, juillet 1996 (http://www.inchem.org/documents/pds/pds/pest81_e.htm, 2015-01-15).

¹⁷⁹ <http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/RegisterofSpecificExemptions/tabid/1133/Default.aspx>

¹⁸⁰ <http://www.pops.int/Implementation/Exemptions/AcceptablePurposes/tabid/793/Default.aspx>

Comtrade des Nations Unies (section 18.2). En plus de leur mise à jour continue, ces sources de données présentent également des lacunes et des défauts qui doivent être pris en compte lorsqu'elles sont utilisées comme source d'information (voir les sections 18.2 et 18.3).

18.1 Examens scientifiques et compilations de la production, de l'utilisation et du commerce des POP

Plusieurs études scientifiques évaluées par des pairs ont compilé des renseignements sur la production, l'utilisation et le commerce de POP individuels. Ces études ont également été utilisées pour la compilation des données du présent rapport et ont été présentées dans les chapitres respectifs. Une révision complète de la production totale intentionnelle de POP a été réalisée récemment par Li et al. 2023¹⁸¹ (voir aussi la Figure 1).

Plusieurs articles de revue ont compilé des renseignements sur la production et l'utilisation de POP spécifiques tels que les PBDE¹⁸², les PCCC/PCCM¹⁸³ ou le SPFO.¹⁸⁴ Un autre type d'étude scientifique utile pour comprendre l'utilisation, les stocks et les déchets de POP dans les produits est l'analyse des flux de matières et de substances (AFM/AFS). En particulier, l'analyse dynamique des flux de matières et de substances des POP dans les produits. Comme ces analyses des flux de matières et de substances sont rares dans les pays à revenu faible ou intermédiaire,¹⁸⁵ des études de cas d'inventaire pour les principaux secteurs d'utilisation ont été compilées pour le document d'orientation sectorielle (PNUE 2023).¹⁸⁶

Il existe également des rapports d'évaluation qui compilent les renseignements sur les POP dans les produits (p. ex., pour PFHxS¹⁸⁷ PCCC/PCCM¹⁸⁸) et qui sont utiles pour comprendre la principale utilisation des POP dans les produits qui, pour les POP industriels, sont les plus importants pour l'inventaire et la gestion.

Une autre étude approfondie a examiné le commerce mondial des produits chimiques hautement dangereux énumérés dans la Convention de Rotterdam, y compris les POP, au cours des 20 dernières années sur la base de données de la base de données Comtrade des Nations Unies (voir ci-dessous).¹⁸⁹

On peut s'attendre à ce que d'autres révisions utiles sur les données POP/POP-candidate ou AFM/AFS des flux de candidats POP/ou POP soient publiés à l'avenir.

¹⁸¹ Li L, Chen C, Li D, Breivik K, Abbasi G, Li YF (2023). Que savons-nous de la production et du rejet de polluants organiques persistants dans l'environnement mondial? *Science environnementale : Progrès*. 2(1), 55-68.

¹⁸² Abbasi, G., Li, L. Breivik, K. (2019). Stocks historiques mondiaux et émissions de PBDE. *Environ Sci & Technol*, 53, 6330-6340.

¹⁸³ Chen C, Chen A, Zhan F, Wania F, Zhang S, Li L, Liu J (2022) Production historique mondiale, utilisation, stocks en cours d'utilisation et émissions de paraffines chlorées à chaîne courte, moyenne et longue, *Environ. Sci. Technol.* 56, 7895–7904. +SI

¹⁸⁴ Paul AG, Jones KC, Sweetman AJ (2009). Un premier inventaire mondial de la production, des émissions et de l'environnement pour le sulfonate de perfluorooctane. *Environmental Science & Technology*, 43(2), 386-392.

¹⁸⁵ Babayemi J, Sindiku O, Osibanjo O, Weber R (2015) Analyse du flux de substances des polybromodiphényléthers dans les plastiques provenant d'EEE/DEEE au Nigéria dans le cadre de la Convention de Stockholm comme base pour l'élaboration de politiques. *Environ Sci Pollut Res.* 22, 14502-14514.

¹⁸⁶ Annexes du PNUE (2023) Directives sectorielles pour les inventaires des POP et autres produits chimiques préoccupants dans les bâtiments/la construction, l'équipement électrique et électronique et les véhicules.

¹⁸⁷ PNUE (2018) Renseignements supplémentaires sur l'acide perfluorohexane sulfonique (no. CAS : 355-46-4, PFHxS), ses sels et les composés apparentés au PFHxS. PNUE/POPS/POPRC.14/INF/4

¹⁸⁸ Chen C, Chen A, Li L, Peng W, Weber R, Liu J. (2021) Distribution et estimation des émissions de paraffines chlorées à chaîne courte et moyenne dans les produits chinois par équilibrage de masse fondé sur la détection. *Environ. Sci. Technol.* 55, 7335–7343.

¹⁸⁹ Zou H, Wang T, Wang ZL, Wang Z. (2023) Poursuite du commerce mondial à grande échelle et du commerce illégal de produits chimiques hautement dangereux. *Nature Sustainability*. 6(11), 1394-1405.

18.2 Codes SH pour évaluer le commerce mondial et les importations et exportations – option et limitation

18.2.1 Introduction aux codes SH et à la base de données Comtrade des Nations Unies

Le Système harmonisé (SH) a été élaboré par l'Organisation mondiale des douanes pour la classification des produits, qui décrit toutes les marchandises pouvant faire l'objet d'échanges internationaux. Pour que les marchandises franchissent avec succès les frontières internationales, le code SH correct doit être déclaré. Ce code détermine le taux de droit et d'impôt à payer sur l'article. En tant qu'importateur ou exportateur, il est de la responsabilité légale de classer correctement les marchandises expédiées, mais l'établissement des rapports globaux par pays est volontaire.

Le système de codes SH utilise un code à six chiffres comme base, les deux premiers chiffres servant de chapitre, les deux deuxièmes chiffres de titre et les deux troisièmes chiffres de sous-position. Une classification régionale/nationale plus poussée avec un système de codage étendu est possible et utilisée. Il existe des systèmes de codage régionaux ou nationaux qui utilisent un code à huit chiffres ou plus, mais il faut considérer le code de base à six chiffres (voir l'exemple dans l'Encadré 1). Par exemple, l'Union européenne utilise ses codes NC (nomenclature combinée) à huit chiffres et TARIC à dix chiffres. L'Inde a un code ITC-SH (ITC pour Indian Trade Clarification), les États-Unis utilisent un code HTS à 10 chiffres et la Chine un code SH à 13 chiffres.

Le système harmonisé comprend 5.300 descriptions de produits ou d'articles présentés sous forme de titres et de sous-titres. En théorie, les 180 pays de l'OMC qui utilisent l'Accord sur le SH (7ème version à partir de 2022) devraient classer un produit donné avec la même section, chapitre, position et sous-position du SH. Malheureusement, tous les pays n'appliquent pas les mêmes versions du SH ou les mêmes règles de la même manière. Cette incertitude, associée à la complexité croissante des produits, aux décisions historiques et au manque d'expertise dans les aspects techniques d'un produit particulier, se combinent pour créer des règles de classification complexes et incohérentes qui peuvent être difficiles à naviguer.

La base de données Comtrade des Nations Unies regroupe les statistiques commerciales annuelles et mensuelles détaillées par produit et par partenaire commercial, à l'intention des gouvernements, des universités, des instituts de recherche et des entreprises. Les données compilées par la Division de statistique des Nations Unies couvrent environ 200 pays et représentent plus de 99 % du commerce mondial de marchandises avec une mise à jour récente.¹⁹⁰

Une étude récente a évalué et compilé les données sur le commerce de 46 produits chimiques inscrits à la Convention de Rotterdam et échangés entre 2004 et 2019, ce qui indique un niveau élevé de commerce illicite.¹⁶³ La compilation couvre également une gamme de POP inscrits dans la Convention de Rotterdam, mais certaines des attributions ont probablement porté sur d'autres produits chimiques, p. ex., pour PCP.¹⁷²

Encadré 1. Étude de cas des codes d'importation spécifiques au Brésil

Dans certaines régions, des codes de suivi plus spécifiques ont été établis pour les POP, mais ils ont ensuite été adaptés à des codes SH plus génériques. Le cas du Brésil illustre ce défi comme suit : de 1989 à 1996, le commerce extérieur du décaBDE a été enregistré sous un code de suivi spécifique au Brésil (nomenclature des marchandises brésiliennes : 2909301700 – décabromodiphényléther). Cependant, en 1997, le Brésil a adopté la nomenclature commune du MERCOSUR (NCM). Alors que les codes SH sont fondés sur six chiffres; étant les deux premiers chiffres : chapitre; deuxième deux chiffres : le titre; et les deux troisièmes chiffres : sous-titre; Les codes NCM sont deux chiffres plus longs que les codes SH, et les classifications initiales du SH sont subdivisées en utilisant les classifications des postes (septième chiffre) et des sous-postes

¹⁹⁰ <https://comtrade.un.org/>

(huitième chiffre) dans le bloc économique du MERCOSUR. Néanmoins, les codes NCM ne sont pas suffisamment détaillés pour suivre certains POP, comme le souligne Guida et al., 2021¹⁹¹, parce que le MERCOSUR suit la classification du code SH pour les POP, et donc parmi les POP industriels, seuls ceux qui ont également un code SH spécifique ont été précisés dans le NCM¹⁹². Pour cette raison, les données sur le commerce extérieur du décaBDE n'ont été enregistrées avec précision que jusqu'en 1996 et, à partir de 1997, il a pu être échangé sous trois codes NCM génériques (c.-à-d. MR 29033929 : Autres dérivés bromés; NCM 29039929 : Autres dérivés halogénés ne contenant que du brome; et NCM 29093019 : Autres éthers aromatiques). Les données exactes n'étaient donc plus disponibles.

18.2.2 Défis avec les codes SH non spécifiques

Seuls certains codes SH spécifiques aux POP ont été élaborés, qui comprennent une gamme de pesticides POP et de SPFO et PFOSF, ainsi que certaines substances apparentées au SPFO (voir le Tableau 32). Cependant, pour la plupart des POP industriels, les codes du SH ne sont pas encore spécifiques (p. ex., décaBDE, PBDE inscrits en 2009; HBCDD, APFO et substances connexes, PCCC et PCCM).

Les codes SH non spécifiques¹⁹³ peuvent entraîner une surestimation des importations d'un certain POP qui a été décrit par Korucu et al. (2015) pour le premier inventaire du SPFO de la Turquie avant que des codes SH spécifiques pour le SPFO ne soient disponibles en 2017.

18.2.3 Problèmes de fiabilité des données dans la base de données Comtrade des Nations Unies.

Un autre défi est l'incohérence des rapports des pays à la base de données Comtrade des Nations Unies. Cela pourrait expliquer, par exemple, pourquoi les données d'importation mondiales pour le code SH sous lequel les PBDEs sont normalement échangés (HS 290930 « éthers aromatiques et leurs dérivés halogénés, sulfonés, nitrés ou nitrosés ») montrent des données raisonnables des importations de PBDE des pays au fil du temps (Figure 3) correspondant à la tendance temporelle des données de production mondiales (Figure 1), tandis que l'évaluation des données d'exportation en provenance d'Israël ne montre aucune exportation sous ce code SH. Comme la déclaration à la base de données Comtrade des Nations Unies est volontaire, il n'y a pas de déclaration incorrecte mais seulement une absence autorisée de déclaration.

De plus, l'incohérence dans la déclaration des importations et des exportations pour les POP avec des codes SH spécifiques explique probablement l'observation selon laquelle les exportations et les importations pour les POP ne correspondent pas (nécessairement). Par exemple, pour des données spécifiques sur le SPFO, les exportations mondiales et les importations mondiales d'un code SH spécifique ne correspondent pas aux exportations mondiales : les importations mondiales totales de SPFO (SH 2904.36) de 2017 à 2022 étaient de 3.348 tonnes alors que les exportations mondiales totales pour cette période n'étaient que de 604 tonnes, ce qui signifie que de nombreux pays n'ont pas déclaré leurs exportations de SPFO (ou déchets de SPFO).

Par conséquent, pour évaluer le commerce des POP à l'aide des codes du SH, il est recommandé d'évaluer les données sur les importations et les exportations des pays et de tenir compte du fait

¹⁹¹ Guida Y, Capella R, Kajiwara N, Babayemi JO, Torres JPM et Weber R (2022). Approche d'inventaire pour les paraffines chlorées à chaîne courte dans le cadre de la mise en œuvre de la Convention de Stockholm au Brésil. *Chemosphere* 287, 132344.

¹⁹² Torres F, Guida Y, Weber R, Torres J, (2021). Aperçu brésilien des substances perfluoroalkyles et polyfluoroalkyles inscrites par la convention de Stockholm comme polluants organiques persistants. *Chemosphere* 291, 132674. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132674>.

¹⁹³ Korucu MK, Gedik K, Weber R, Karademir A, Kurt-Karakus PB (2015) Mise en inventaire de l'acide sulfonique perfluorooctane (SPFO) en Turquie : les défis à relever pour contrôler les produits chimiques dans les articles et les produits. *Environ Sci Pollut Res Int.* 22, 14537-14545. DOI 10.1007/s11356-014-3924-2.

que ces pays ne déclarent pas nécessairement toutes les exportations ou les importations. Pour l'évaluation des importations dans le pays, la politique gouvernementale de déclaration de toutes les données pourrait être clarifiée afin de comprendre la fiabilité des données.

Tableau 32. Codes SH pour les POP et catégories SH en vertu desquelles les POP sont normalement importés

Nouveaux POP inscrits (2009-2022)	Code SH (produit chimique)	Code SH (mélanges, préparations ou articles contenant la substance chimique)	Commentaires
Alpha-Hexachlorocyclohexane	2903.81	3808.59*	
Bêta-hexachlorocyclohexane		3824.85**	
Lindane	2903.81	3808.59* 3824.85**	
Chlordécone*	Pas de code SH spécifique		
Hexabromobiphényle (HBB)*	Pas de code SH spécifique	3824.88**	
SPFO	2904.31	3808.59*	
Sulfonate de perfluorooctane et de potassium	2904.34	3824.87**	
Lithium perfluorooctane sulfonate	2904.33		
Perfluorooctane sulfonate d'ammonium	2904.32		
Diéthanolammonium perfluorooctane sulfonate	2922.16		
Fluorure de sulfonyle de perfluorooctane	2904.36		
Hexa-/HeptaBDE (c-OctaBDE)	2909.30		Code SH non spécifique pour les éthers aromatiques et leurs dérivés halogénés, sulfonés, nitrés ou nitrosés
Tétra-/pentaBDE (c-pentaBDE)	2909.30		
DécaBDE	2909.30		
PeCB	29039300		
Endosulfan	2920.30	3808.59*; 3824.84**	
HBCD	Pas de code SH spécifique		
HCBD	2903299090		
PCN	Pas de code SH spécifique		
PCP	2908.11	3808.59*	
PCCC	à l'étude	3824.89**	
Dicofol	38089190		Insecticide non spécifique
DDT	2903.92	3808.52*; 3824.84 **	
APFO	Pas de code SH spécifique		
PFHxS	Pas de code SH spécifique		
PCB	271091	3824.85**	

*Les sous-titres 3808.52 et 3808.59 ne couvrent que les marchandises du titre 38.08, contenant une ou plusieurs des substances suivantes : alachlor (ISO); aldicarbe (ISO); aldrin (ISO); azinphos-méthyl (ISO); binapacryl (ISO); Camphéchlor (ISO) (toxaphène); captafol (ISO); chlordane (ISO); chlordiméforme (ISO); chlorobenzilate (ISO); DDT (ISO) (clofenotane (INN), 1,1,1-trichloro-2,2-bis(p-chlorophenyl)ethane); Dieldrine (ISO, DCI); 4,6-dinitro-o-crésol (DNOC (ISO)) ou ses sels; Dinoseb (ISO), ses sels ou ses esters; endosulfan (ISO); Dibromure d'éthylène (ISO) (1,2-dibromoéthane); Dichlorure d'éthylène (ISO) (1,2-dichloroéthane);

fluoroacetamide (ISO); heptachlore (ISO); hexachlorobenzène (ISO); 1,2,3,4,5,6-hexachlorocyclohexane (HCH (ISO)), y compris le lindane (ISO, DCI); composés du mercure; méthamidophos (ISO); monocrotophos (ISO); oxirane (oxyde d'éthylène); parathion (ISO); parathion-méthyl (ISO) (méthylparathion); penta- et octabromodiphényléthers; pentachlorophénol (ISO), ses sels ou ses esters; l'acide perfluorooctane sulfonique et ses sels; perfluorooctane sulphonamides; fluorure de sulfonyle perfluorooctane; phosphamidon (ISO); Acide 2,4,5-T (ISO) (acide 2,4,5-trichlorophénoxyacétique), ses sels ou ses esters; composés du tributylétain.

****Les sous-positions 3824.81 à 3824.89 ne comprennent que les mélanges et préparations contenant une ou plusieurs des substances suivantes :** oxirane (oxyde d'éthylène); polybromodiphénylés (PBB); biphényles polychlorés (PCB); Les polychloroterphényles (PCT); tris(2,3-dibromopropyl) phosphate; aldrin (ISO); Camphéchloré (ISO) (toxaphène); chlordane (ISO); chlordécone (ISO); DDT (ISO) (clofénotane (DCI); 1,1,1-trichloro-2,2-bis(p-chlorophényl)éthane); Dieldrine (ISO, DCI); endosulfan (ISO); endrin (ISO); heptachlore.

18.2.4 Contester le fait que les produits ou matériaux contenant des additifs pour POP ne sont pas étiquetés et qu'on leur attribue un code SH

Les produits comme le PVC souple ou le caoutchouc contenant des PCCC en tant qu'additif, ou les plastiques ou textiles contenant des PBDE ne sont pas étiquetés et il n'existe actuellement aucune exigence d'étiquetage ou d'information indiquant que ces produits pourraient être associés à un code du SH signifiant l'inclusion d'un POP.

Bien qu'il existe quelques codes SH pour les mélanges, préparations ou articles contenant une vaste liste de POP (voir le Tableau 32), ces codes SH sont non spécifiques comme on peut le voir dans la note du tableau 32. De plus, les produits et articles contenant des SCCP, du SPFO ou du décaBDE ne sont pas commercialisés sous ces codes SH mais sous le code SH respectif du produit (p. ex., certains codes SH pour les plastifiants contenant du PVC ou du caoutchouc; voir Tableau 33, Tableau 34).

Pour certains produits ou matières qui présentent le plus de chances d'être contaminés par certains POP, les codes SH de ces produits ou matières pourraient être utilisés pour évaluer l'importation des POP dans ces produits, en particulier, si des données de surveillance sont disponibles qui donnent un facteur d'impact approximatif de ces catégories de produits. Ce suivi a été effectué pour les PCCC et les PCCM dans le PVC, le caoutchouc et d'autres produits en Chine.¹⁸⁸ Ces facteurs d'impact des PCCC et des PCCM du PVC et du caoutchouc de la Chine ont été utilisés pour l'élaboration des stocks initiaux d'importation de PCCC et de PCCM pour le Brésil^{194,195} et le Nigeria, et peut être utilisé pour une évaluation initiale de la quantité de PCCC et de PCCM qui ont pu être importées dans un pays au cours des 20 dernières années.

Pour la plupart des autres produits, comme certains EEE énumérés comme étant exemptés du décaBDE, la part des produits touchés est plutôt faible et aucune donnée de surveillance n'est encore disponible. Ces produits peuvent être inclus dans l'inventaire des PBDE en tenant compte des facteurs d'impact indiqués pour les différentes catégories d'EEE.

Tableau 33. Codes SH de certaines catégories de PVC, qui contiennent des additifs tels que plastifiants ou ignifugeants, y compris éventuellement les PCCC ou les PCCM utilisés en grande quantité comme additifs pour le PVC en Chine

Codes SH	Classifications SH du PVC
(3904)	(Polymères de chlorure de vinyle ou d'autres oléfines halogénées, sous formes primaires) *

¹⁹⁴ Guida Y, Capella R, Kajiwar N, Babayemi OJ, Torres JPM, Weber R (2022) Approche d'inventaire pour les paraffines chlorées à chaîne courte dans le cadre de la mise en œuvre de la Convention de Stockholm au Brésil. *Chemosphere* 287, 132344. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132344>

¹⁹⁵ Guida Y, Weber R (2019) Inventaires préliminaires de POP sélectionnés par les niveaux I et II au Brésil et besoins en matière de recherche pour l'inventaire du niveau III des naphtalènes polychlorés (PCN) et des paraffines chlorées à chaîne courte (PCCC). Rapport pour le secrétariat de la Convention de Bâle, de Rotterdam et de Stockholm.

39042	Chlorure de vinyle, autres polymères d'oléfines halogénés; Poly(chlorure de vinyle) plastifié, sous formes primaires, mélangé à d'autres substances
391530	Polymères de chlorure de vinyle; déchets, découpes et ferrailles
391810	Revêtement de sol, de mur ou de plafond; de polymères du chlorure de vinyle, même auto-adhésifs, en rouleaux ou sous forme de carreaux
392043	Plastiques : polymères de chlorure de vinyle, contenant en poids au moins 6 % de plastifiants; Plaques, feuilles, films et bandes (non autocollants), non alvéolaires et non renforcées, stratifiées, supportées ou combinées de manière similaire avec d'autres matériaux
392049	Plastiques : polymères de chlorure de vinyle, contenant en poids moins de 6 % de plastifiants; Plaques, feuilles, films et bandes (non autocollants), non alvéolaires et non renforcées, stratifiées, supportées ou combinées de manière similaire avec d'autres matériaux
392112	Plastiques; Plaques, feuilles, pellicules, lames et bandes en polymères de chlorure de vinyle, cellulaires

**PVC sous forme primaire et rigide ne contient pas de plastifiant.*

Tableau 34. Codes SH de certaines catégories de caoutchouc contenant des additifs comme les plastifiants ou les ignifugeants, y compris les PCCC

Codes SH	Classifications SH du caoutchouc
400400	Caoutchouc : déchets, rognures et débris de caoutchouc (autre que le caoutchouc dur) et poudres et granulés obtenus à partir de ce caoutchouc
4007	Fil et cordon en caoutchouc vulcanisé
4008	Tôles, bandes, profilés et barres en caoutchouc vulcanisé autre que le caoutchouc durci
4009	Tubes, tuyaux et tuyaux en caoutchouc vulcanisé (autre que le caoutchouc dur), avec ou sans leurs raccords (joints, coudes, brides, etc.)
4010	Courroies transporteuses ou de transmission, en caoutchouc vulcanisé
4015	Vêtements et accessoires du vêtement (y compris les gants, mitaines et moufles), pour tous usages, en caoutchouc vulcanisé autre que le caoutchouc dur
4016	Ouvrages en caoutchouc vulcanisé autres que le caoutchouc durci

18.3 Liste des exemptions

Tel qu'introduit dans la section 1.2, la production et l'utilisation de POP sont autorisées pour les Parties inscrites au registre des exemptions spécifiques conformément aux dispositions de la partie VII de l'annexe A. Les informations pertinentes sur les exemptions spécifiques¹⁹⁶ et les finalités acceptables¹⁹⁷ pour la production et l'utilisation peuvent être consultées sur le site web de la Convention de Stockholm. Le site web de la Convention donne également des informations sur les Parties qui se sont inscrites pour l'exemption spécifique ou à des finalités acceptables. Le registre des exemptions spécifiques est mis à jour régulièrement par le Secrétariat. Les exemptions expirées peuvent également être consultées. Les informations contiennent également une section sur la

¹⁹⁶ <http://chm.pops.int/Implementation/Exemptions/RegisterofSpecificExemptions/tabid/1133/Default.aspx>

¹⁹⁷ <http://www.pops.int/Implementation/Exemptions/AcceptablePurposes/tabid/793/Default.aspx>

quantité estimée de production et d'utilisation. Toutefois, pour la plupart des exemptions enregistrées pour la production et l'utilisation, les Parties ne fournissent pas de données.

Bien que le registre des exemptions spécifiques fournisse certains renseignements sur la production et les utilisations (exemptées) de POP, il faut souligner qu'il ne couvre pas l'ensemble de la production et de l'utilisation actuelles de ces POP. Les raisons sont diverses; par exemple, pour la plupart des exemptions enregistrées pour la production et l'utilisation, les Parties ne fournissent pas de données. En outre, les POP dans les produits ne sont pas étiquetés et le code SH n'accorde même pas une affectation sans équivoque des POP et des POP dans les produits. Par conséquent, les Parties peuvent ne pas être au courant que les produits importés dans leur pays et mis sur le marché sont des POP inscrits ou contiennent des POP inscrits en tant qu'additifs ou en quantités négligeables. Même plusieurs entreprises de production ne sont probablement pas conscientes que leurs produits contiennent des POP inscrits et les commercialisent. C'est notamment le cas pour les plus de 100 composés apparentés à l'APFO qui peuvent se dégrader en APFO et pour les mélanges de PC contenant des PCCC.

En outre, un certain nombre de Parties à la Convention ont ratifié la Convention conformément au paragraphe 4 de l'article 25 de la Convention. Cela signifie qu'ils n'ont pas ratifié les principaux POP,¹⁹⁸ qui sont encore produits dans leur pays. Cela comprend les producteurs potentiels de POP comme le Bangladesh, la Chine ou l'Inde dont on sait qu'ils produisent, par ex. des paraffines chlorées à grande échelle qui pourraient contenir des PCCC.

La liste des exemptions ne donne que des renseignements limités sur la production et l'utilisation de plusieurs POP. Toutefois, les lacunes dans l'information sur la production et l'utilisation pourraient être comblées en partie par le biais de la compilation d'informations tirées de publications scientifiques évaluées par des pairs et d'autres rapports (voir la section 18.1).

18.4 Informations de la Convention de Rotterdam et de la Convention de Bâle

Un élément important d'une gestion efficace des POP est l'utilisation ou le développement de synergies avec la Convention de Rotterdam et la Convention de Bâle. Ces conventions fournissent également des données et des sources d'information utiles sur les pesticides et les produits chimiques industriels, y compris les POP, sur le commerce et l'élimination ainsi que la manipulation des déchets chimiques. La liste de l'annexe III de la Convention de Rotterdam contient 12 des 20 POP nouvellement inscrits. La Convention de Rotterdam fournit une assistance technique dans les activités d'évaluation et de gestion des risques dans le cadre de son programme d'appui aux produits chimiques industriels.¹⁹⁹ Il existe quatre²⁰⁰ projets pilotes sur la gestion des produits chimiques industriels dans les pays à revenu faible et intermédiaire, ainsi qu'une trousse électronique interactive comprenant trois profils de pays. Toutefois, les produits chimiques industriels ont un rôle subalterne en ce qui concerne les données de production et d'utilisation dans le cadre de la Convention de Rotterdam. Pour les pesticides listés dans le cadre de Rotterdam, une base de connaissances plus large est fournie (voir les liens web).^{201,202}

En outre, pour chaque produit chimique inscrit à l'annexe III de la Convention et soumis à la procédure PIC, un document d'orientation des décisions (DGD)²⁰³ est préparé, qui contient certaines informations générales sur les POP ainsi qu'un lien vers les codes SH (voir la section 18.2). Le

¹⁹⁸ Weber R (2021) Évaluation des nouveaux POP inscrits pour les pays qui doivent ratifier les modifications ou mettre à jour les PNM. Secrétariat des Conventions de Bâle, de Rotterdam et de Stockholm, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Genève.

¹⁹⁹ <http://www.pic.int/Implementation/IndustrialChemicals/Globalindustrialchemicalsmanagementlandscape/tabid/1200/language/en-US/Default.aspx>

²⁰⁰ <http://www.pic.int/Implementation/IndustrialChemicals/Activities/PilotProjects/tabid/4699/language/en-US/Default.aspx>

²⁰¹ <http://www.pic.int/Implementation/PICCircular/tabid/1168/language/en-US/Default.aspx>

²⁰² <http://www.pic.int/Implementation/Pesticides/Pesticidesinformationdatabase/tabid/9454/language/en-US/Default.aspx>

²⁰³ <http://www.pic.int/TheConvention/Chemicals/AnnexIIIChemicals/tabid/1132/language/en-US/Default.aspx>

processus PIC permet également de se faire une idée des réponses commerciales (importations) des produits chimiques et des pays, mais sans les quantités. Les réponses aux importations sont les décisions fournies par les Parties indiquant si elles consentent ou non à importer les produits chimiques énumérés à l'annexe III et peuvent être consultées par toutes les Parties pour information.²⁰⁴ Cela comprend des informations spécifiques sur les notifications^{205, 206} et des informations sur les pesticides²⁰⁷ qui fournissent certaines informations sur l'utilisation des POP.

Malheureusement, une grande partie des POP industriels sont importés dans les pays par des produits comme les PCCC en PVC, la mousse de pulvérisation PUR ou le caoutchouc (voir les sections 5.4 et 5.5) ou le décaBDE en plastique dans les EEE (sections 6.4 et 6.5). Ces produits ne sont pas étiquetés et ne sont pas couverts par la Convention de Rotterdam. Les PCCC sont principalement commercialisées dans des mélanges de PC, pour lesquels la procédure PIC ne fonctionne pas actuellement. Une étude récente évaluant les importations de PCCC et de PCCM au Nigéria a conclu que le mécanisme de la Convention de Rotterdam ne fonctionne pas actuellement pour ces POP industriels et qu'il faut l'améliorer.⁷⁵

Une synergie importante des conventions de Stockholm et de Bâle est l'élimination des déchets contenant des POP. L'exportation de déchets contenant des POP (en provenance des pays à revenu faible et intermédiaire vers les pays à revenu élevé ayant une capacité de destruction) a été examinée^{208,209} pour lesquelles les notifications et les rapports nationaux en vertu de la Convention de Bâle doivent être contrôlés avant le début des transferts de déchets et pour chaque transfert de déchets.

²⁰⁴ <http://www.pic.int/Procedures/ImportResponses/tabid/1162/language/en-US/Default.aspx>

²⁰⁵ <http://www.pic.int/Procedures/NotificationsofFinalRegulatoryActions/Database/tabid/1368/language/en-US/Default.aspx?tpl=std>

²⁰⁶ <http://www.pic.int/Implementation/FinalRegulatoryActions/FRAEvaluationToolkit/RiskEvaluationthatsatisfyAnnexII/ListofAnnexIInotifications/tabid/2582/language/en-US/Default.aspx>

²⁰⁷ <http://www.pic.int/Implementation/Pesticides/tabid/1359/language/en-US/Default.aspx>

²⁰⁸ <http://www.basel.int/Countries/ImportExportRestrictions/tabid/4835/Default.aspx>

²⁰⁹ <http://www.basel.int/Countries/NationalReporting/NationalReports/BC2020Reports/tabid/8989/Default.aspx>