



Distr.: Générale
27 juillet 2004

Français
Original : anglais

**Conférence des Parties à la Convention de Bâle
sur le contrôle des mouvements transfrontières de
déchets dangereux et de leur élimination
Septième réunion**

Genève, 25-29 octobre 2004

Point 6 de l'ordre du jour provisoire*

**Rapport sur l'application des décisions adoptées par
la Conférence des Parties à sa sixième réunion**

**Directives techniques sur la gestion écologiquement rationnelle
des déchets constitués de polychlorobiphényles (PCB),
polychloroterphényles (PCT) et polybromobiphényles (PBB), en
contenant ou contaminés par eux**

Août 2004

* UNEP/CHW.7/1

Table des matières

I.	Introduction	4
A.	Domaine d'application	4
B.	Description, production, utilisation et déchets.....	4
1.	Description.....	4
2.	Production.....	5
3.	Utilisation.....	6
4.	Déchets	7
II.	Dispositions pertinentes des Conventions de Bâle et de Stockholm	8
A.	Convention de Bâle.....	8
B.	Convention de Stockholm	10
III.	Points de la Convention de Stockholm devant faire l'objet d'une coopération avec les organes de la Convention de Bâle	11
A.	Faible teneur en POP.....	11
B.	Niveaux de destruction et de transformation irréversible	12
C.	Méthodes d'élimination écologiquement rationnelles	13
IV.	Orientation en matière de gestion écologiquement rationnelle (GER)	13
A.	Considérations générales	13
1.	Convention de Bâle.....	13
2.	Convention de Stockholm	13
3.	Organisation de coopération et de développement économiques	13
B.	Cadre législatif et réglementaire	14
C.	Prévention et réduction à un minimum des déchets	14
D.	Identification et inventaires	15
1.	Identification.....	15
2.	Inventaires	16
E.	Prélèvement, analyse et surveillance	16
1.	Prélèvement	16
2.	Analyse.....	17
3.	Surveillance	18
F.	Manipulation, collecte, conditionnement, étiquetage, transport et stockage	18
1.	Manipulation.....	19
2.	Collecte.....	19
3.	Conditionnement.....	19
4.	Étiquetage.....	20
5.	Transport	20
6.	Stockage	20
G.	Élimination écologiquement rationnelle	20
1.	Prétraitement	20
2.	Méthodes de destruction et de transformation irréversible.....	22
3.	Autres techniques d'élimination lorsque la destruction ou la transformation irréversible ne constituent pas l'option préférable du point de vue écologique.....	38
4.	Autres méthodes d'élimination lorsque la teneur en POP est faible	39
H.	Réhabilitation des sites contaminés	39
I.	Santé et sécurité	40
1.	Situations caractérisées par des volumes importants, de fortes concentrations ou un risque élevé	40
2.	Situations caractérisées par des volumes peu importants, des concentrations <i>peu élevées ou un faible niveau de risque</i>	41
J.	Intervention en cas d'urgence	41
K.	Participation du public	41
Annexes		
I.	Synonymes et dénominations commerciales des PCB, PCT et PBB	43
II.	Bibliographie.....	44

Abréviations et acronymes

ABS	acrylonitrile butadiène styrène
BAT	meilleure(s) technique(s) disponible(s) (best available technique(s))
BCD	décomposition par catalyse basique
BEP	meilleure(s) pratique(s) environnementale(s)
DE	efficacité de la destruction
DRE	pourcentage d'efficacité de destruction (destruction removal efficiency)
GER	gestion écologiquement rationnelle
GC	chromatographie en phase gazeuse
GPCR	réduction chimique en phase gazeuse
HCB	hexachlorobenzène
MS	spectrométrie de masse
PACT	traitement par plasma d'arc et centrifugation (plasma arc centrifugal treatment)
PBB	polybromobiphényle
PCB	polychlorobiphényle
PCDD	polychlordibenzo-p-dioxine
PCDF	polychlodibenzofurane
PCN	polychloronaphthalène
PCT	polychloroterphényle
POP	polluant organique persistant
PSS	plan santé et sécurité
PWC	convertisseur de déchets à plasma (plasma waste converter)
SCWO	oxydation dans l'eau supercritique (supercritical water oxidation)
TEQ	équivalent toxique

Unités de mesure

gal	gallon
l	litre
kg	kilogramme
mg	milligramme
ng	nanogramme
µm	micromètre
Nm ³	mètre cube normal : volume de gaz mesuré à 0 °C et 1 atm (pression égale à 1 atmosphère)
Rm ³	mètre cube de référence : volume de gaz mesuré à 25 °C et 1 atm
kPa	kilopascal
kW	kilowatt
kWh	kilowattheure
mJ	mégajoule
million	10 ⁶
milliard	10 ⁹
billion	10 ¹²
ppm	partie par million
ppb	partie par milliard
ppt	partie par billion

I. Introduction

A. Domaine d'application

1. Le présent document annule et remplace les Directives techniques sur les déchets constitués de ou contenant des PCB, PCT et PBB (Y10), février 1997, de la Convention de Bâle.
2. Les présentes directives techniques fournissent des instructions pour la gestion écologiquement rationnelle (GER) des déchets constitués de polychlorobiphényles (PCB) ou contaminés par ces substances, conformément aux décisions V/8 et VI/23 de la Conférence des Parties à la Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination, I/4, II/10 et III/XX du Groupe de travail à composition non limitée de la Convention de Bâle, et INC-6/5 et INC-7/6 du Comité de négociation intergouvernemental chargé d'élaborer un instrument international juridiquement contraignant aux fins de l'application de mesures internationales à certains polluants organiques persistants de la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants. La Conférence des Parties à la Convention de Stockholm examinera les présentes directives conformément à l'article 6.2 de cette Convention.
3. Outre les PCB, les présentes directives traitent des polychloroterphényles (PCT) et des polybromobiphényles (PBB) comme d'une même classe ou catégorie de substances, compte tenu des similitudes dans les propriétés physico-chimiques et toxicologiques de ces substances. Les points traités comprennent la gestion, le traitement et l'élimination des déchets. Il faut signaler que ni les PCT ni les PBB ne sont couverts par la Convention de Stockholm.
4. Le présent document devrait être utilisé conjointement avec les General Technical Guidelines for Environmentally Sound Management of Wastes Consisting of, Containing or Contaminated with Persistent Organic Pollutants (Directives techniques générales pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de polluants organiques persistants, en contenant ou contaminés par ces substances). Le présent document fournit des informations plus précises sur la nature et l'occurrence des déchets constitués de PCB, PCT ou PBB, en contenant ou contaminés par ces substances, aux fins d'identification et de gestion de ces déchets.

B. Description, production, utilisation et déchets

1. Description

a) PCB

5. Les PCB, communément appelés polychlorobiphényles, sont un groupe d'hydrocarbures aromatiques halogénés (arènes) caractérisés par la structure diphényle (deux cycles phényle $(C_6H_5)_2$) et au moins un atome de chlore substitué à un hydrogène. Les atomes de chlore peuvent occuper l'une quelconque des dix positions disponibles, ce qui donne théoriquement 209 congénères possibles, mais quelque 130 congénères seulement ont effectivement été retrouvés dans des formulations chimiques commerciales (Holoubek 2000). Le plus souvent, quatre à six des dix sites de substitution disponibles sont occupés par un atome de chlore (Environnement Canada 1988). Les PCB comportant le plus d'atomes de chlore sont virtuellement insolubles dans l'eau et hautement résistants à la dégradation.

6. Pour 12 PCB, l'Organisation mondiale de la santé a établi des facteurs d'équivalence de toxicité en raison de leur toxicité similaire à celle de la dioxine.

b) PCT

7. Les PCT sont également un groupe d'hydrocarbures halogénés. Ils sont très proches, par leur structure chimique, des PCB, mais comportent trois cycles phényle au lieu de deux. Ils peuvent donc comporter jusqu'à 14 atomes de chlore. Le nombre de congénères PCT possible est très élevé, mais on n'en trouve qu'un petit nombre dans des formulations chimiques commerciales. Les PCT et les PCB sont très proches par leurs propriétés chimiques et physiques. Les PCT sont virtuellement insolubles dans l'eau et hautement résistants à la dégradation. Cependant, les PCT sont généralement moins volatils que les PCB.

c) **PBB**

8. Les PBB sont les analogues bromés des PCB et ont donc 209 congénères possibles. On n'en trouve qu'un petit nombre dans des formulations chimiques commerciales (Melber and others 1994). A température ambiante, ce sont des substances solides ou cireuses. Ils sont virtuellement insolubles dans l'eau et hautement résistant à la dégradation.

2. **Production**

a) **PCB**

9. Les PCB se caractérisent par d'excellentes propriétés diélectriques et une grande durée de vie, ils sont ininflammables et résistent à la dégradation thermique et chimique. C'est pourquoi, avant leur interdiction par les réglementations nationales, ils ont été fabriqués pour être utilisés dans des équipements électriques, échangeurs de chaleurs, systèmes hydrauliques et pour diverses autres applications.

10. Ils ont été produits principalement de 1930 à la fin des années 70 aux Etats-Unis, à 1974 en Chine (China State Environmental Protection Agency 2002), au début des années 80 en Europe et à 1993 en Russie (AMAP 2000), et de 1954 à 1972 au Japon.

11. Les PCB fabriqués étaient généralement des mélanges de congénères, obtenus par exemple par chloration de diphenyles par lots, jusqu'à un pourcentage cible de chlore en poids. Les PCB étaient rarement utilisés purs. Ils étaient ajoutés en petites quantités à des encres, plastiques, peintures ou papiers carbone, par exemple, ou utilisés dans des formulations à 70% de PCB maximum dans des fluides hydrauliques, fluides pour transformateurs ou fluides thermiques. A température ambiante, la plupart des PCB sont des liquides huileux ou des solides cireux.

12. La liste ci-après reprend certains des noms commerciaux les plus connus pour les PCB. (Voir l'Annexe I pour une liste plus détaillée des dénominations commerciales et des synonymes, et la section IV.D du présent rapport pour les précautions applicables à l'usage des noms commerciaux dans les inventaires).

Apirolio (Italie)
 Aroclor (Etats-Unis)
 Clophen (Allemagne)
 Delor (Tchécoslovaquie)
 Elaol (Allemagne)
 Fenchlor (Italie)
 Kanechlor (Japon)
 Phenoclor (France)
 Pyralène (France)
 Pyranol (Etats-Unis)
 Pyroclor (Etats-Unis)
 Santotherm (Japon)
 Sovol (URSS)
 Sovtol (URSS)

13. Dans la désignation des Aroclor, un nombre à quatre chiffres suit le terme «Aroclor ». Les deux premiers chiffres de ce nombre sont 10 ou 12. Le nombre 12 désigne un Aroclor normal, le nombre 10 un produit de distillation d'un Aroclor. Les deux chiffres suivants du code à quatre chiffres indiquent le pourcentage pondéral de chlore dans le mélange. Ainsi, un Aroclor 1254 contient environ 54 % de chlore en poids.

14. Les produits et articles industriels contenant des PCB ont été commercialisés plus pour leurs propriétés techniques que pour leur composition chimique (IPCS 1992). Ils contenaient certaines impuretés et étaient souvent mélangés à des solvants comme les tri- ou tétrachlorobenzènes. Les PCB mélangés à des tri- ou tétrachlorobenzènes étaient appelés « askarel ». Les contaminants des préparations commerciales sont par exemple des polychlorodibenzofuranes (PCDF) et des naphthalènes chlorés. Des études ont mis en évidence de 0,8 milligramme par kilogramme (mg/kg) à 40 mg/kg de PCDF dans des préparations commerciales (IPCS 1992). Des PCB sont également formés de façon non intentionnelle dans certains processus thermiques et chimiques.

15. La production mondiale cumulée de PCB a été estimée à 0,75-2 millions de tonnes.

b) PCT

16. Fabriqués en quantités beaucoup plus faibles que les PCB, les PCT ont reçu des noms commerciaux identiques ou similaires. Certains étaient utilisés pour le même type d'applications que les PCB, mais la plupart étaient utilisés dans des cires, plastiques, fluides hydrauliques, peintures et lubrifiants (Jensen et Jørgensen 1983). Aux Etats-Unis, les PCT des séries Aroclor sont identifiés par les chiffres 54 aux deux premiers rangs du code à quatre chiffres, soit Aroclor 5432, 5442 et 5460 (IPCS 1992). Voir l'Annexe I pour des exemples de noms commerciaux et la section IV.D pour les questions ayant trait à l'usage des noms commerciaux dans le cadre de l'identification et de l'inventaire des substances.

17. Aroclor (Etats-Unis) et Kanechlor KC-C (Japon) sont des exemples de noms commerciaux.

18. Les PCT ont été produits aux Etats-Unis, en France, en Allemagne, en Italie et au Japon jusqu'au début des années 1980, période où l'on estime que toute production a cessé. La production mondiale cumulée est estimée à 60 000 tonnes entre 1955 et 1980 (UNECE 2002).

c) PBB

19. Les informations sur la production des PBB sont peu nombreuses. On estime que 11 000 tonnes au moins de PBB ont été produites dans le monde, mais les chiffres de certains pays connus pour avoir fabriqué des PBB ne sont pas publiés (IPCS 1994). Les PBB ont été fabriqués aux Etats-Unis jusqu'à 1979, en Allemagne jusqu'au milieu des années 80 et en France jusqu'au milieu des années 90 au moins. Des PBB pourraient encore être produits en Asie (Lassen, Løkke et Andersen 1999).

20. Le premier PBB produit a été l'hexabromobiphényle, commercialisé sous le nom de « FireMaster » aux Etats-Unis. Le FireMaster a été produit de 1970 à 1974. L'analyse a montré que le FireMaster contenait jusqu'à 80 % d'hexa - et 25 % d'heptabromobiphényle. En France, une préparation commerciale de PBB a été vendue sous le nom d'« Adine 0102 ». En Allemagne, des PBB fortement bromés ont été produits et vendus sous le nom de « Bromkal 80-9D ». Voir l'Annexe I pour des exemples de noms commerciaux et la section IV.D pour les questions ayant trait à l'usage des noms commerciaux dans le cadre de l'identification et de l'inventaire des substances.

3. Utilisation

a) PCB

21. Les PCB ont été utilisés dans des applications industrielles et grand public très diverses. L'Organisation mondiale de la santé a établi une classification selon que les produits étaient utilisés en système complètement clos, partiellement clos ou ouvert (IPCS 1992). Les utilisations étaient notamment les suivantes :

a) Systèmes complètement clos :

- i) Transformateurs électriques;
- ii) Condensateurs électriques (ballast d'éclairage fluorescent, notamment);
- iii) Interrupteurs, relais et autres matériels électriques ;
- iv) Câbles électriques ;
- v) Moteurs électriques et électroaimants (très faibles quantités);

b) Systèmes partiellement clos :

- i) Systèmes hydrauliques;
- ii) Systèmes de transfert de chaleur (appareils de chauffage, échangeurs de chaleur);

- c) Systèmes ouverts :
- i) Plastifiant dans le polychlorure de vinyle, le néoprène et d'autres caoutchoucs synthétiques ;
 - ii) Constituant de peintures et autres produits de revêtement ;
 - iii) Constituant d'encre et papiers autocopiants;
 - iv) Constituant d'adhésifs;
 - v) Additif pour pesticide;
 - vi) Constituant de lubrifiants, matériaux d'étanchéité et de calfatage ;
 - vii) Retardateur de flamme dans des tissus, moquettes, résines polyuréthanes, etc.;
 - viii) Lubrifiants (huiles pour microscope, garnitures de freins, huiles de coupe, autres lubrifiants).

22. Alors que les transformateurs électriques contenant des PCB sont définis comme une application « complètement close », les pratiques industrielles ont conduit à un transfert de ces PCB vers d'autres types d'équipements, créant ainsi des points de contact supplémentaires avec l'environnement. Une pratique courante a consisté à recharger au PCB les transformateurs conçus pour d'autres produits (huiles minérales), lorsque ces derniers n'étaient pas disponibles.

23. Des huiles à base de PCB étaient également ajoutées à ou éliminées avec des fluides comme les fluides de chauffage ou de refroidissement, fluides hydrauliques, liquides de freins, huiles de moteur ou carburants hors spécifications. Il ne manque pas d'anecdotes sur le personnel d'installations électriques se lavant les mains aux PCB ou en emportant à la maison pour les utiliser dans des appareils de chauffage, systèmes hydrauliques ou moteurs (comme lubrifiants). La plupart des ballasts des lampes fluorescentes fabriquées avant l'interdiction des PCB contenaient des PCB; un grand nombre de foyers et d'entreprises utilisant ce type d'éclairage sont ainsi devenus à leur insu détenteurs de PCB.

b) PCT

24. Les PCT ont été utilisés dans des applications pratiquement identiques à celles des PCB, mais en quantités beaucoup plus faibles. On ne sait pas grand-chose, cependant, des quantités restantes, car il n'y a pas eu d'inventaire (UNECE 2002). On sait que de très petites quantités de PCT ont été utilisées dans des équipements électriques (Danish Environmental Protection Agency 2002).

c) PBB

25. Les PBB ont été utilisés principalement comme retardateurs de flamme. Les PBB étaient ajoutés aux plastiques à l'acrylonitrile butadiène styrène (ABS) (10 % de PBB), à des produits de revêtement, laques et mousses polyuréthanes (IPCS 1994, Melber and others 1994).

4. Déchets

26. Les déchets constitués de PCB, PCT ou PBB, en contenant ou contaminés par ces substances se trouvent sous diverses formes physiques telles que :

- a) Équipements contenant des PCB ou des PCT ou contaminés par ces substances (condensateurs, disjoncteurs, câbles électriques, moteurs électriques, électroaimants, équipements de transfert de chaleur, équipements hydrauliques, interrupteurs, transformateurs, pompes à vide, régulateurs de tension);
- b) Solvants contaminés par des PCB ou des PCT ;
- c) Véhicules en fin de vie et fraction légère des résidus de broyage automobile (peluche, étoffe, déchets de plastique, etc.) contenant des PCB ou contaminés par ces substances ;
- d) Déchets de démolition contenant des PCB ou contaminés par ces substances (matériaux peints, revêtements de sol à base de résines, produits d'étanchéité, vitrages scellés);

- e) Huiles constituées de PCB ou PCT, en contenant ou contaminées par ces substances (fluides diélectriques, fluides de transfert de chaleur, fluides hydrauliques, huiles de moteur);
- f) Câbles électriques isolés par des polymères contenant des PCB ou des PBB ou contaminés par ces substances ;
- g) Sols et sédiments, roches, agrégats (substratum rocheux excavé, gravier, moellon, par exemple) contaminés par des PCB, PCT ou PBB ;
- h) Boue contaminée par des PCB, PCT ou PBB;
- i) Plastiques contenant des PBB ou contaminés par ces substances, et équipements contenant ce type de matériaux;
- j) Matériel d'extinction d'incendie contenant des PBB ou contaminé par ces substances ;
- k) Containers contaminés par le stockage de déchets constitués de PCB, PCT ou PBB, en contenant ou contaminés par ces substances.

27. Il faut noter que les catégories ci-dessus s'appliquent principalement aux PCB, qui ont été produits en beaucoup plus grandes quantités que les PBB ou les PCT, et ont été stockés comme déchets en attente d'élimination. Les PBB et les PCT sont rarement stockés en grandes quantités et n'ont donc pas le même potentiel de formation de grandes quantités de déchets.

II. Dispositions pertinentes des conventions de Bâle et de Stockholm

A. Convention de Bâle

28. L'article premier (« Champ d'application de la convention ») précise le type de déchets soumis à la Convention de Bâle. L'article 1 paragraphe 1(a) de la Convention de Bâle définit une procédure en deux étapes pour déterminer si un « déchet » est un « déchet dangereux » en vertu de la Convention. Tout d'abord, le déchet doit appartenir à l'une des catégories visées à l'Annexe I (« Catégories de déchets à contrôler »). En second lieu, le déchet doit présenter au moins l'une des caractéristiques listées à l'Annexe III (« Liste des caractéristiques de danger »).

29. L'annexe I établit la liste des déchets qui peuvent être constitués de PCB, PCT ou PBB, en contenir ou être contaminés par ces substances. Il s'agit notamment des déchets suivants :

- Y6 Déchets issus de la production, de la préparation et de l'utilisation de solvants organiques
- Y8 Déchets d'huiles minérales impropres à l'usage initialement prévu
- Y9 Mélanges et émulsions huile/eau ou hydrocarbure/eau
- Y10 Substances et articles contenant, ou contaminés par, des diphenyles polychlorés (PCB), des terphenyles polychlorés (PCT) ou des diphenyles polybromés (PBB)
- Y11 Résidus goudronneux de raffinage, de distillation ou de toute opération de pyrolyse
- Y12 Déchets issus de la production, de la préparation et de l'utilisation d'encre, de colorants, de pigments, de peintures, de laques ou de vernis
- Y13 Déchets issus de la production, de la préparation et de l'utilisation de résines, de latex, de plastifiants ou de colles et adhésifs
- Y14 Déchets de substances chimiques non identifiées et/ou nouvelles qui proviennent d'activités de recherche, de développement ou d'enseignement, et dont les effets sur l'homme et/ou sur l'environnement ne sont pas connus
- Y18 Résidus d'opérations d'élimination des déchets industriels
- Y39 Phénols, composés phénolés, y compris les chlorophénols
- Y41 Solvants organiques halogénés
- Y42 Solvants organiques, sauf solvants halogénés
- Y45 Composés organohalogénés autres que les matières figurant dans la présente Annexe (par exemple Y39, Y41, Y42, Y43, Y44).

30. Les déchets inscrits à l'Annexe I sont présumés présenter l'une des caractéristiques de danger de l'Annexe III, par exemple H 11 (toxique, effet différé ou chronique), H12 (écotoxique) ou H6.1 (toxique (aiguë)), à moins que des « tests nationaux » ne montrent qu'ils ne présentent pas cette caractéristique. Des tests nationaux peuvent être utiles pour une caractéristique de danger particulière de l'Annexe III jusqu'à ce que cette caractéristique soit pleinement définie. Des guides pour chacune des caractéristiques de danger de l'Annexe III sont en cours d'élaboration en vertu de la convention de Bâle.

31. La liste A de l'Annexe VIII indique les déchets « considérés comme dangereux en vertu de l'alinéa a) du paragraphe 1 de l'article premier », bien que « l'inscription d'un déchet à l'Annexe VIII n'exclue pas le recours à l'Annexe III pour démontrer qu'un déchet n'est pas dangereux. » La liste B de l'Annexe IX établit une liste de déchets qui ne seront pas couverts par l'article 1 paragraphe 1(a), à moins qu'ils ne contiennent des matériaux de l'annexe I dans des proportions telles qu'ils présentent l'une des caractéristiques de l'Annexe III. Les catégories de déchets suivantes de l'Annexe VIII, en particulier, s'appliquent aux PCB, aux PCT ou aux PBB :

A1180 Assemblages électriques et électroniques usagés ou sous forme de débris¹ contenant des éléments tels que les accumulateurs et autres batteries mentionnés sur la liste A, les rupteurs à mercure, les verres provenant de tubes à rayons cathodiques et d'autres verres activés et condensateurs à PCB, ou contaminés par les constituants cités à l'annexe I (cadmium, mercure, plomb, biphenyles polychlorés, etc.) dans une proportion telle qu'ils puissent posséder l'une quelconque des caractéristiques citées à l'annexe III (voir rubrique correspondante de la liste B [B1110])

A3180 Déchets, substances et articles contenant, consistant en, ou contaminés par des biphenyles polychlorés (PCB), des terphenyles polychlorés (PCT), du naphthalène polychloré (PCN) ou des biphenyles polybromés (PBB), y compris tout composé polybromé analogue ayant une concentration égale ou supérieure à 50mg/kg²

32. La liste A de l'Annexe VIII comprend des déchets ou des catégories de déchets pouvant contenir des PCB, des PCT ou des PBB, ou être contaminés par ces substances, en particulier :

A1090 Cendres issues de l'incinération de fils de cuivre isolés

A1100 Poussières et résidus provenant des systèmes de dépoussiérage des fonderies de cuivre

A2040 Déchets de gypse provenant de traitements chimiques industriels, contenant des constituants cités à l'annexe I dans une proportion telle qu'ils puissent posséder l'une des caractéristiques de danger énumérées à l'Annexe III (voir rubrique correspondante de la liste B [B2080])

A2060 Cendres volantes de centrales électriques alimentées au charbon, contenant des substances citées à l'annexe I à des concentrations suffisantes pour qu'elles possèdent l'une des caractéristiques énumérées à l'Annexe III (voir rubrique correspondante de la liste B [B2050])

A3020 Déchets d'huiles minérales impropres à l'usage initialement prévu

A3040 Fluides thermiques (transfert calorifique)

A3050 Déchets issus de la production, de la préparation et de l'utilisation de résines, de latex, de plastifiants ou de colles et adhésifs, à l'exclusion de ceux mentionnés sur la liste B (voir rubrique correspondante de la liste B [B4020])

A3070 Phénols et composés phénolés, y compris les chlorophénols, sous forme de liquides ou de boues

A3120 Résidus de broyage automobile (fraction légère: peluche, étoffe, déchets de plastique, etc.)

A3150 Solvants organiques halogénés

¹ Cette rubrique n'inclut pas les déchets agglomérés provenant de la production de l'énergie électrique.

² Le taux de 50 mg/kg est considéré comme un niveau pratique sur le plan international pour tous les déchets. Cependant, plusieurs pays ont individuellement fixé des niveaux réglementaires plus bas (par exemple 20 mg/kg) pour certains déchets.

- A3160 Résidus de distillation non aqueux, halogénés ou non halogénés, issus d'opérations de récupération de solvants organiques
- A4070 Déchets issus de la production, de la préparation et de l'utilisation d'encre, de colorants, de pigments, de peintures, de laques ou de vernis, excepté ceux qui figurent sur la liste B (voir rubrique correspondante de la liste B [B4010])
- A4100 Déchets provenant des installations industrielles antipollution d'épuration des rejets gazeux, à l'exception de ceux qui figurent sur la liste B
- A4130 Conditionnements et emballages usés contenant des substances de l'annexe I à des concentrations suffisantes pour qu'ils présentent des caractéristiques de danger figurant à l'Annexe III
- A4140 Déchets consistant en, ou contenant des produits chimiques non conformes aux spécifications ou périmés³, appartenant aux catégories de l'annexe I et ayant les caractéristiques de danger figurant à l'Annexe III
- A4150 Déchets de substances chimiques provenant d'activités de recherche-développement ou d'enseignement, non identifiés et/ou nouveaux et dont les effets sur l'homme et/ou sur l'environnement ne sont pas connus
- A4160 Déchets contenant du carbone actif usé ne figurant pas sur la liste B (voir rubrique correspondante de la liste B [B2060])

Pour plus d'informations, on se reportera à la section 2.1 des General Technical Guidelines for Environmentally Sound Management of Wastes Consisting of, Containing or Contaminated with Persistent Organic Pollutants (Directives techniques générales pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de polluants organiques persistants, en contenant ou contaminés par ces substances).

B. Convention de Stockholm

La Convention de Stockholm distingue deux catégories de PCB :

- a) PCB produits de façon intentionnelle, dont la production et l'utilisation doivent être éliminées, conformément aux dispositions de l'annexe A ;
- b) Polluants organiques persistants (POP) produits de façon non intentionnelle, listés à l'Annexe C, pour lesquels les Parties sont tenues de prendre des mesures spécifiques visant à réduire le volume total des rejets d'origine anthropique, « dans le but de réduire leur volume au minimum et, si possible, de les éliminer à terme ». Les PCB produits non intentionnellement feront l'objet des *Directives techniques pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de polychlorodibenzo-p-dioxines et polychlorodibenzofuranes, en contenant ou contaminés par ces substances*.

35. La partie II de l'Annexe A (« Polychlorobiphényles ») fixe les exigences spécifiques suivantes pour les PCB :

- « a) S'agissant de l'élimination de l'utilisation des polychlorobiphényles dans les équipements (par exemple transformateurs, condensateurs, ou autres réceptacles contenant des liquides) d'ici à 2025, sous réserve d'examen par la Conférence des Parties, prend des mesures conformément aux priorités ci-après :
 - i) S'employer résolument à identifier, étiqueter et retirer de la circulation les équipements contenant plus de 10 % et de 5 litres de polychlorobiphényles;
 - ii) S'employer résolument à identifier, étiqueter et retirer de la circulation les équipements contenant plus de 0,05 % et de 5 litres de polychlorobiphényles;
 - iii) S'efforcer d'identifier et de retirer de la circulation les équipements contenant plus de 0,005 % et de 0,05 litres de polychlorobiphényles;
- b) Conformément aux priorités énoncées à l'alinéa a), privilégie les mesures ci-après visant à réduire l'exposition et les risques en vue de réglementer l'emploi des polychlorobiphényles :

³ Ils sont dits "périmés" pour n'avoir pas été utilisés dans les délais recommandés par le fabricant.

- i) Utilisation uniquement dans des équipements intacts et qui ne fuient pas et seulement dans des lieux où les risques de rejet dans l'environnement peuvent être réduits au minimum et où il peut y être rapidement remédié;
 - ii) Aucune utilisation dans des équipements situés dans des lieux ayant un rapport avec la production ou le traitement de denrées alimentaires ou d'aliments pour animaux;
 - iii) Dans le cas d'une utilisation dans des zones peuplées, y compris des écoles et des hôpitaux, adoption de toutes les mesures pouvant raisonnablement être prises pour prévenir les pannes électriques qui pourraient provoquer un incendie, et inspection à intervalles réguliers des équipements pour détecter les fuites ;
- c) Nonobstant les dispositions du paragraphe 2 de l'article 3, veille à ce que les équipements contenant des polychlorobiphényles, tels que décrits à l'alinéa a), ne soient ni exportés ni importés, sauf en vue d'une gestion écologiquement rationnelle des déchets ;
- d) Sauf pour des opérations de maintenance et d'entretien, n'autorise pas la récupération à des fins de réutilisation dans d'autres équipements des liquides dont la teneur en polychlorobiphényles dépasse 0,005 % ;
- e) S'emploie résolument à parvenir à une gestion écologiquement rationnelle des déchets de liquides contenant des polychlorobiphényles et d'équipements contaminés par des polychlorobiphényles dont la teneur en polychlorobiphényles dépasse 0,005 %, conformément aux dispositions du paragraphe 1 de l'article 6, dès que possible et au plus tard en 2028, sous réserve d'examen par la Conférence des Parties ;
- f) Au lieu de la note ii) de la première partie de la présente annexe, s'efforce d'identifier d'autres articles dont la teneur en polychlorobiphényles dépasse 0,005 pour cent (par exemple gaines de câbles, matériaux de calfatage et objets peints) et de les gérer conformément au paragraphe 1 de l'article 6 ;
- g) Etablit tous les cinq ans un rapport sur les progrès accomplis dans l'élimination des polychlorobiphényles et le soumet à la Conférence des Parties en application de l'article 15. »

36. Pour plus d'information, on se reportera à la section 2.2 des General Technical Guidelines for Environmentally Sound Management of Wastes Consisting of, Containing or Contaminated with Persistent Organic Pollutants (Directives techniques générales pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de polluants organiques persistants, en contenant ou contaminés par ces substances).

III. Points de la Convention de Stockholm devant faire l'objet d'une coopération avec les organes de la Convention de Bâle

A. Faible teneur en POP

37. Aux termes de l'article 6.2(c) de la Convention de Stockholm, la Conférence des Parties à la Convention de Stockholm devra coopérer étroitement avec les organes appropriés de la Convention de Bâle, pour « s'employer à établir, le cas échéant, les niveaux de concentration des substances chimiques inscrites aux annexes A, B et C afin de définir la faible teneur en polluants organiques persistants mentionnée au point ii) de l'alinéa d) du paragraphe 1 ». Les déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances en quantités dépassant la faible teneur en POP devraient, aux termes de l'article 6.1(d)(ii), être éliminés de façon à assurer la destruction ou la transformation irréversible des POP qu'ils contiennent ou d'une autre manière écologiquement rationnelle lorsque la destruction ou la transformation irréversible ne constitue pas l'option la plus appropriée pour l'environnement.

Considérant :

- a) Le haut degré de priorité de l'élimination des déchets à forte teneur en POP, stocks de produits à l'état de déchets compris ;
- b) Les capacités de traitement disponibles ;
- c) Les valeurs limites fixées par les législations nationales ;
- d) Les méthodes analytiques disponibles,

la définition provisoire suivante d'une faible teneur en POP devrait être appliquée pour les PCB : 50 mg/kg.

B. Niveaux de destruction et de transformation irréversible

39. Considérant :

- a) Que l'efficacité de la destruction⁴ (DE) et le pourcentage d'efficacité de destruction⁵ (DRE) sont tous deux fonction de la teneur initiale en POP;
- b) Que la DE peut être difficile à mesurer;
- c) Que la DRE ne prend en considération que les émissions atmosphériques ;
- d) Que les meilleures techniques disponibles (BAT) et les meilleures pratiques environnementales (BEP) n'ont pas été identifiées pour toutes les méthodes d'élimination;
- e) Qu'il existe des législations nationales et des règles, normes et directives internationales pertinentes,

la définition provisoire suivante des niveaux de destruction et de transformation irréversible, basée sur des niveaux absolus (c'est-à-dire les déchets résiduels des processus de traitement), devrait être appliquée :

- a) Emissions atmosphériques. Diverses valeurs⁶ ont été proposées par des instances nationales ou internationales pour les niveaux de polychlorodibenzo-p-dioxines (PCDD) et de polychlorodibenzofuranes (PCDF) :
 - i)⁷ TEQ/Rm³ (équivalent toxique/mètre cube de référence) de 0,080 nanogramme (ng)
 - ii)⁸ TEQ/Rm³ de 0,092 ng
 - iii)⁹ TEQ/Rm³ de 0,140 ng
 - iv)¹⁰ TEQ/Rm³ de 0,2 ng;

⁴ Calculée à partir de la masse de POP contenue dans les déchets, moins la masse de POP restant dans les résidus gazeux, liquides ou solides, divisé par la masse de POP contenue dans les déchets, soit $DE = (\text{teneur en POP des déchets} - \text{teneur en POP des résidus gazeux, liquides et solides}) / \text{teneur en POP des déchets}$.

⁵ Calculée à partir de la masse de POP contenue dans les déchets, moins la masse de POP restant dans les résidus gazeux (émission de produits de combustion), divisée par la masse de POP contenue dans les déchets, soit $DRE = (\text{teneur en POP des déchets} - \text{teneur en POP des résidus gazeux}) / \text{teneur en POP des déchets}$.

⁶ Toutes les valeurs ont été converties aux conditions de référence suivantes : 11 % d'oxygène, 101,3 kPa (kilopascals) et 25 °C.

⁷ Limite d'émission pour les incinérateurs de déchets dangereux fixée par les normes canadiennes relatives aux dioxines et aux furanes.

⁸ Valeurs limites d'émission pour les incinérateurs de déchets fixées par la *Directive 2000/76/CEE du Parlement européen et du Conseil du 4 décembre 2000 relative à l'incinération des déchets*.

⁹ *Code of Federal Regulations 40 C.F.R Part 63 (Subpart EEE) des Etats-Unis, "National emission standards for hazardous air pollutants from hazardous waste combustors"*.

¹⁰ Limite d'émission pour les incinérateurs de déchets dangereux fixée par le *Protocole de 1998 à la Convention de Genève de 1979 sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance*.

b) Emissions aqueuses. Selon les législations nationales et les règles, normes et directives internationales pertinentes, on trouvera des exemples de législation nationale à l'Annexe 2 des *General Technical Guidelines for Environmentally Sound Management of Wastes Consisting of, Containing or Contaminated with Persistent Organic Pollutants* (Directives techniques générales pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de polluants organiques persistants, en contenant ou contaminés par ces substances);

c) Résidus solides. Leur teneur devrait être inférieure à la faible teneur en POP définie à la section 3.1 des *General Technical Guidelines for Environmentally Sound Management of Wastes Consisting of, Containing or Contaminated with Persistent Organic Pollutants* (Directives techniques générales pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de polluants organiques persistants, en contenant ou contaminés par ces substances).

En outre, les technologies de destruction et de transformation irréversible devraient être mises en œuvre conformément aux BAT et aux BEP.

C. Méthodes d'élimination écologiquement rationnelles

40. La section IV.G du présent rapport comporte la description de méthodes pouvant constituer une élimination écologiquement rationnelle des déchets constitués de PCB, contenant des PCB ou contaminés par les PCB.

IV. Orientation en matière de gestion écologiquement rationnelle (GER)

A. Considérations générales

1. Convention de Bâle

41. L'un des principaux outils de promotion de la GER est l'élaboration et la diffusion de directives techniques du type du présent document et des *General Technical Guidelines for Environmentally Sound Management of Wastes Consisting of, Containing or Contaminated with Persistent Organic Pollutants* (Directives techniques générales pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de polluants organiques persistants, en contenant ou contaminés par ces substances). Pour plus de précisions, on se reportera à la section 4.1.1 des *Directives techniques générales*.

42. Les Parties qui élaborent ou révisent actuellement leur programme GER national devraient notamment consulter le document d'orientation 2003 *Preparation of a National Environmentally Sound Plan for PCB and PCB-Contaminated Equipment: Training Manual* (UNEP 2003a) (Manuel de formation visant la préparation d'un Plan National pour la Gestion Ecologiquement Rationnelle des PCBs et des équipements contaminés aux PCB dans le cadre de la mise en œuvre de la Convention de Bâle).

2. Convention de Stockholm

43. Le terme « gestion écologiquement rationnelle » n'est pas défini dans la Convention de Stockholm. Cependant, les méthodes écologiquement rationnelles d'élimination des déchets constitués de PCB, contenant des PCB ou contaminés par les PCB doivent être définies par la Conférence des Parties, en coopération avec les organes appropriés de la Convention de Bâle.

44. Les Parties devraient consulter le Document d'orientation provisoire sur l'élaboration d'un plan national de mise en œuvre de la Convention de Stockholm (UNEP 2003b).

3. Organisation de coopération et de développement économiques

45. L'organisation de coopération et de développement économiques assure également la promotion de la GER à travers ses « indicateurs clés » de performances environnementales (OCDE 2004). Pour plus de précisions, on se reportera à la section 4.1.3 des *General Technical Guidelines for Environmentally Sound Management of Wastes Consisting of, Containing or Contaminated with Persistent Organic Pollutants* (Directives techniques générales pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de polluants organiques persistants, en contenant ou contaminés par ces substances).

B. Cadre législatif et réglementaire

46. Les Parties aux Conventions de Bâle et de Stockholm devraient examiner les stratégies de contrôle, normes et procédures nationales, notamment celles se rapportant à la GER des déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances, afin de s'assurer qu'elles sont conformes aux dispositions et obligations des Conventions.

47. Le cadre réglementaire applicable aux PCB, aux PCT et aux PBB pourrait comporter les éléments suivants, notamment :

- a) Législation habilitante en matière de protection de l'environnement (fixant des limites de rejet et des critères de qualité de l'environnement);
- b) Interdiction de fabriquer, vendre, importer et exporter (en vue de leur utilisation) des PCB, PCT et PBB ;
- c) Calendrier de retrait progressif des PCB encore en service, en cours d'inventaire ou en stock;
- d) Exigences relatives au transport des matières et déchets dangereux;
- e) Spécifications relatives aux conteneurs, équipements, conteneurs de stocks de produits et sites de stockage ;
- f) Spécification des méthodes de prélèvement et d'analyse admises pour les PCB, les PCT et les PBB ;
- g) Exigences relatives à la gestion des déchets et aux installations d'élimination;
- h) Exigence générale de notification publique et d'examen des propositions des pouvoirs publics en matière de réglementation, stratégie, certification, licences, information dans le cadre de l'inventaire et données nationales sur les émissions;
- i) Exigences relatives à l'identification et à la réhabilitation des sites contaminés;
- j) Exigences relatives à la santé et à la sécurité des travailleurs;
- k) Autres dispositions législatives éventuelles (prévention et réduction à un minimum des déchets, élaboration de l'inventaire, intervention en cas d'urgence).

48. Le phasage du retrait progressif des PCB (et, dans une moindre mesure, des PCT et des PBB) constituera probablement le point le plus critique pour la plupart des pays, sachant que la plupart d'entre eux disposent déjà, sous une forme ou sous une autre, d'un cadre législatif relatif aux PCB.

49. Pour plus de précisions, on vaudra bien se reporter à la section 4.2 des General Technical Guidelines for Environmentally Sound Management of Wastes Consisting of, Containing or Contaminated with Persistent Organic Pollutants (Directives techniques générales pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de polluants organiques persistants, en contenant ou contaminés par ces substances).

C. Prévention et réduction à un minimum des déchets

50. Les Conventions de Bâle et de Stockholm préconisent toutes les deux la prévention et la réduction à un minimum des déchets, la Convention de Stockholm visant à un retrait complet à terme des PCB. Les PCB, PCT et PBB devraient être retirés de l'utilisation et éliminés de manière écologiquement rationnelle.

51. Les quantités de déchets contenant ces composants devraient être réduites à un minimum, par isolement et séparation à la source, afin d'empêcher que ces déchets ne se mélangent aux autres flux de déchets et ne les contaminent. Ainsi, les PCB présents dans les équipements électriques, matériaux peints, revêtements de sol à base de résines, produits d'étanchéité ou vitrages scellés, par exemple, peuvent contaminer d'importantes quantités de déchets de démolition, s'ils ne sont pas retirés avant la démolition.

52. Le mélange de déchets ayant une teneur en PCB supérieure au faible niveau de POP admis à d'autres matériaux dans le seul but de générer un mélange à teneur en POP inférieure au niveau admis n'est pas une pratique écologiquement rationnelle. Toutefois, le mélange de

matériaux préalablement au traitement des déchets peut être nécessaire pour optimiser l'efficacité du traitement.

53. Des efforts devraient également être entrepris pour réduire et éliminer les rejets de PCB, PCT et PBB produits de façon non intentionnelle et réduire ainsi à un minimum les déchets contenant ces substances ou contaminés par elles. Les efforts entrepris pour réduire la génération et les rejets incidents de PCDD et PCDF devraient également se traduire par une réduction de la génération et du rejet de PCB produits non intentionnellement qui sont générés par les mêmes processus. Les Parties à la Convention de Stockholm devraient notamment consulter l'Outil spécialisé (Toolkit) pour l'identification et la quantification des rejets de dioxines et des furannes (UNEP 2001) *Standardized Toolkit for the Identification and Quantification of Dioxins and Furans* (UNEP 2003c).

54. Pour plus de précisions, on se reportera au paragraphe 7 et à la section 4.3 des General Technical Guidelines for Environmentally Sound Management of Wastes Consisting of, Containing or Contaminated with Persistent Organic Pollutants (Directives techniques générales pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de polluants organiques persistants, en contenant ou contaminés par ces substances).

D. Identification et inventaires

1. Identification

55. Dans le passé, les PCB, PCT et PBB étaient présents dans un grand nombre de lieux, et notamment :

- a) Equipement électrique : transformateurs, condensateurs, interrupteurs, régulateurs de tension, disjoncteurs, ballasts des dispositifs d'éclairage et câbles;
- b) Installations industrielles : transformateurs, condensateurs, régulateurs de tension, disjoncteurs, ballasts des dispositifs d'éclairage, fluides de transfert de chaleur, fluides hydrauliques et systèmes d'extinction des incendies ;
- c) Equipement ferroviaire : transformateurs, condensateurs, régulateurs de tension et disjoncteurs ;
- d) Exploitations minières souterraines : fluides hydrauliques et bobines de mise à la terre;
- e) Installations militaires : transformateurs, condensateurs, régulateurs de tension, fluides hydrauliques et systèmes d'extinction des incendies;
- f) Bâtiments résidentiels/commerciaux : condensateurs, disjoncteurs, ballasts des dispositifs d'éclairage et systèmes d'extinction des incendies ;
- g) Laboratoires de recherche : pompes à vide, ballasts des dispositifs d'éclairage, condensateurs et disjoncteurs;
- h) Fabrication de produits électroniques : pompes à vide, ballasts des dispositifs d'éclairage, condensateurs et disjoncteurs;
- i) Equipements d'évacuation des eaux usées : pompes à vide et moteurs de pompes;
- j) Stations service : huiles recyclées.

56. Il est important de noter que même les personnels techniques expérimentés sont parfois incapables de déterminer la nature d'un effluent, d'une substance, d'un conteneur ou d'un équipement d'après son apparence ou son marquage. Les équipements contenant des PCB, par exemple, n'ont généralement pas été étiquetés d'après le type de fluide diélectrique qu'ils contenaient. Des contrôleurs expérimentés peuvent être à même de déterminer le contenu d'origine d'après certaines informations figurant sur la plaque du constructeur, en utilisant des manuels d'instructions tels que les *Lignes directrices pour l'identification des PCB et du matériel contenant des PCB* (UNEP 1999) ou en contactant le constructeur.

57. Pour l'identification des PCB, PCT et PBB, les informations de la section I.B du présent rapport sur la production, l'utilisation et les types de déchets peuvent être utiles.

2. Inventaires

58. Les inventaires sont un outil important d'identification, de quantification et de caractérisation des déchets. Un inventaire national peut être utilisé pour :

- a) Disposer d'une base de référence quant aux quantités de produits, articles et déchets constitués de PCB, PCT et PBB, en contenant ou contaminés par ces substances ;
- b) Apporter un soutien aux activités d'inspection réglementaires ;
- c) Aider à la préparation de plans d'intervention en cas d'urgence;
- d) Assurer un suivi du processus de réduction à un minimum et de retrait progressif de ces produits chimique, partout où cela est possible.

Lors de l'élaboration de l'inventaire, la priorité devrait être donnée à l'identification des déchets à fortes concentrations de POP.

59. L'élaboration d'un inventaire national exige un engagement à long terme des pouvoirs publics, la coopération entre détenteurs et fabricants de PCB, PCT et PBB, une procédure administrative bien conçue pour la collecte et la mise à jour des informations et un système de base de données informatisé pour la gestion de l'information. Dans certains cas, il peut être nécessaire que les pouvoirs publics adoptent des dispositions réglementaires pour faire en sorte que les détenteurs rendent compte des produits en leur possession et coopèrent avec les inspecteurs désignés par les pouvoirs publics.

60. Un inventaire complet de tous les PCB, PCT et PBB est impossible à réaliser, du fait principalement de la diversité des applications auxquelles ont donné lieu ces produits chimiques (encres, plastifiants, peintures, retardateurs de flamme dans des composants de petite taille, lubrifiants, par exemple).

61. Pour plus de précisions, on se reportera à la section 4.4.2 des General Technical Guidelines for Environmentally Sound Management of Wastes Consisting of, Containing or Contaminated with Persistent Organic Pollutants (Directives techniques générales pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de polluants organiques persistants, en contenant ou contaminés par ces substances).

E. Prélèvement, analyse et surveillance

1. Prélèvement

62. Le prélèvement désigne, dans cette section, la prise d'un échantillon de gaz, de liquide ou de solide en vue de son analyse ultérieure soit sur site, soit en laboratoire.

63. Les types de matériaux prélevés pour l'analyse des PCB, PCT et PBB sont indiqués ci-après.

- a) Liquides:
 - i) Eau (eau superficielle, eau de pluie, eau souterraine, eau de ruissellement, eau de boisson, eau de processus industriel, effluent aqueux, condensat);
 - ii) Askarel (PCB ou PCT) liquide provenant de transformateurs ou d'autres équipements, ou provenant de stocks;
 - iii) Huile minérale provenant de transformateurs contaminés par les PCB ou stockée;
 - iv) Huile de moteur usagée et autres huiles usagées, carburants et composés organiques liquides ;
 - v) Produits d'extinction et retardateurs de flamme liquides (PBB);
 - vi) Liquides biologiques (sang, urines);
 - vii) Liquides recueillis à la suite d'un déversement accidentel ou provenant de systèmes de récupération des produits enfouis sur des sites contaminés ;

- b) Solides:
 - i) Produits solides ou semi-solides contenant des PCB, PCT or PBB;
 - ii) Conteneurs ou équipements (prélèvement par rinçage ou essuyage);
 - iii) Sol, sédiment, moellon, compost;
 - iv) Peinture en pastilles, produits de calfatage et d'étanchéité, débris de matière plastique, débris de fil et de câble, flocons issus du broyage de véhicules, céramiques, bois, mélange de déchets solides ;
 - v) Papiers absorbants ou tissus utilisés pour la collecte d'échantillons par essuyage;
 - vii) Matériaux filtrants;
 - viii) Solides extraits de liquides ou de boues (solides en suspension, précipités, solides coagulés, matériaux filtrés);
 - ix) Solides issus de processus industriels ou de l'élimination de déchets (cendres volantes, mâchefer, laitier, résidus de distillation, autres résidus);
 - x) Glace, neige et autres matériaux gelés ;
 - xi) Matériaux d'origine végétale, aliments;
 - xii) Solides biologiques (animaux entiers, tissus, fèces);
- c) Gaz :
 - i) Produits ou déchets gazeux en conteneurs;
 - ii) Gaz de combustion issus de processus industriels ou d'opérations de traitement;
 - iii) Emissions volatiles issues de produits, de déchets, de processus et de sites contaminés;
 - iv) Gaz contenus dans le sol et les eaux souterraines;
 - v) Air (air ambiant, air respirable, atmosphère confinée);
 - vii) Gaz biologiques (air expiré, gaz rejetés par les organismes).

64. Pour plus de précisions, on se reportera à la section 4.5.1 des General Technical Guidelines for Environmentally Sound Management of Wastes Consisting of, Containing or Contaminated with Persistent Organic Pollutants (Directives techniques générales pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de polluants organiques persistants, en contenant ou contaminés par ces substances).

2. Analyse

65. L'analyse désigne la détermination des propriétés physiques, chimiques et biologiques d'un matériau, par des méthodes de laboratoire documentées, contrôlées par des pairs et validées.

66. Chaque pays devrait spécifier dans des directives ou par voie législative les méthodes standard dont l'utilisation est exigée pour l'analyse des PCB, PCT et PBB, ainsi que les situations dans lesquelles ces méthodes doivent être utilisées.

67. Les méthodes spécifiées devraient couvrir tous les aspects du processus analytique pour chaque type d'échantillon susceptible d'être prélevé, selon la liste des matériaux d'échantillonnage du paragraphe 63 ci-dessus. L'analyse comporte toutes ou plusieurs des étapes suivantes :

- a) Manipulation et conservation de l'échantillon;
- b) Préparation de l'échantillon (séchage, pesage, broyage, digestion chimique, etc.);
- c) Extraction des contaminants (extraction par un solvant organique, production d'un filtrat);

- d) Dilution ou concentration de l'échantillon ou de l'extrait;
- e) Calibration du matériel;
- f) Mise en œuvre des méthodes d'analyse ou de test biologique;
- g) Calcul ou détermination des résultats;
- h) Compte rendu.

68. On dispose d'un grand nombre de méthodes pour chacune des étapes du processus. L'important pour chaque pays est d'adopter des méthodes standard, puis d'exiger leur utilisation par les laboratoires privés, publics et de recherche. A titre très général, les méthodes disponibles pour l'analyse des PCB (UNEP 1999) sont les suivantes :

- a) Chromatographie en couche mince – particulièrement adaptée pour les sols et les huiles (cette méthode n'est pas la plus précise);
- b) Chromatographie gaz -liquide/capture d'électrons – particulièrement adaptée pour les échantillons d'air ;
- c) Chromatographie en phase gazeuse (GC) sur colonne remplie/capture d'électrons – particulièrement adaptée pour les échantillons d'huile pouvant présenter une forte concentration de PCB (provenant d'équipements ou du déversement de produits);
- d) GC sur colonne capillaire – pour les solides et les liquides contaminés par des PCB;
- e) GC/détecteur à conductivité électrolytique (détecteur de Hall) – pour les huiles et les liquides (méthode moins précise que GC/capture d'électrons);
- f) GC/spectrométrie de masse (MS) – pour l'identification des différents congénères de PCB. Peut ne pas permettre la détection de faibles concentrations;
- g) Extraction thermique/GC/MS – pour les sols, boues et solides ; méthode alternative à l'extraction par solvant avant l'analyse par GC/MS.

69. La certification et le contrôle des laboratoires est également un aspect important d'un programme national d'analyse. Tous les laboratoires devraient être en mesure de répondre à certaines normes de qualité établies et contrôlées par les pouvoirs publics et par une institution indépendante comme l'Organisation internationale de normalisation (ISO) ou par une association de laboratoires.

3. Surveillance

70. Des programmes de surveillance devraient être mis en œuvre pour les opérations de gestion des déchets constitués de PCB, PCT et PBB, en contenant ou contaminés par ces substances. Pour plus d'informations, on se reportera à la section 4.5.3 des *General Technical Guidelines for Environmentally Sound Management of Wastes Consisting of, Containing or Contaminated with Persistent Organic Pollutants* (Directives techniques générales pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de polluants organiques persistants, en contenant ou contaminés par ces substances).

F. Manipulation, collecte, conditionnement, étiquetage, transport et stockage

71. La manipulation et le transport sont des étapes critiques, le risque de déversement accidentel, de fuite ou d'incendie durant la manipulation et le transport (en vue du stockage ou de l'élimination, par exemple) étant égal ou supérieur au risque lors de l'utilisation normale de l'équipement. De plus, les mouvements de déchets dangereux sont réglementés avec précision par des accords internationaux et des lois nationales. La *Convention de Bâle : Manuel d'application* (UNEP 1995a), le *Code maritime international des marchandises dangereuses* (IMDG 2002), la *Réglementation pour le transport des marchandises dangereuses* de l'International Air Transport Association (IATA) et les *Recommandations des Nations Unies relatives au transport des marchandises dangereuses* devraient être consultés pour déterminer les exigences spécifiques applicables au transport et aux mouvements transfrontières des déchets dangereux.

1. Manipulation

72. L'objectif lors de la manipulation de déchets constitués de PCB, PCT ou PBB, en contenant ou contaminés par ces substances devrait être de réduire à un minimum les rejets dans l'environnement et la contamination d'autres matériaux. De plus, ces déchets devraient, dans toute la mesure du possible, être manipulés séparément des autres types de déchets, afin de prévenir la contamination de ces autres flux de déchets. Les pratiques recommandées à cet effet sont notamment les suivantes :

- a) Inspection des conteneurs à la recherche de fuites, orifices, points de rouille, élévations de température;
- b) Manipulation des déchets à des températures inférieures à 25 °C si possible, en raison de leur volatilité accrue à des températures supérieures ;
- c) Vérification de l'efficacité des mesures prévues en cas de déversement accidentel et de leur capacité à contenir les déchets liquides pouvant se déverser ;
- d) Mise en place de feuilles plastiques ou de tapis absorbants sous les conteneurs avant leur ouverture si la surface de la zone de rétention n'est pas revêtue d'un matériau lisse (peinture, uréthane, époxy);
- e) Récupération des déchets liquides soit par retrait du bouchon de vidange soit par pompage à l'aide d'une pompe péristaltique et d'un tube en Téflon ou en silicone;
- f) Utilisation de pompes, tubes et fûts spécifiques, réservés à cet usage, pour le transfert des déchets liquides;
- g) Nettoyage de tout produit déversé avec des chiffons ou des serviettes en papier;
- h) Triple rinçage de toutes les surfaces contaminées avec un solvant comme le kérosène pour éliminer tous les résidus de PCB, PCT ou PBB ;
- i) Traitement de tous les éléments absorbants, vêtements de protection à usage unique et feuilles plastiques comme déchets constitués de PCB, PCT ou PBB, en contenant ou contaminés par ces substances, le cas échéant.

73. Le personnel devrait être formé aux méthodes appropriées pour la manipulation des déchets dangereux.

2. Collecte

74. Une part significative des quantités totales de PCB, PCT et PBB au niveau national peut être détenue par des propriétaires de petites entreprises ou des particuliers (par exemple dans les ballasts d'éclairages fluorescents, autres petits dispositifs électriques, échangeurs de chaleur et appareils de chauffage contenant des fluides aux PCB ou aux PCT, systèmes d'extinction d'incendie au PBB, petits conteneurs de produits purs et stocks de produits en petites quantités). Il est difficile, pour les détenteurs de petites quantités de produits, de les éliminer. La réglementation peut exiger leur enregistrement comme générateur de déchet, par exemple; des considérations logistiques peuvent interdire la collecte ou avoir un effet dissuasif (collecte de déchets industriels non autorisée dans les zones résidentielles, par exemple), et les coûts peuvent être prohibitifs. Les autorités nationales, régionales ou municipales devraient étudier la possibilité de mettre en place des points de collecte pour ces faibles quantités de produits, afin d'éviter que chaque détenteur ne doive assurer individuellement leur transport et leur élimination.

75. Les lieux et heures de collecte des déchets constitués de PCB, PCT et PBB, en contenant ou contaminés par ces substances devraient être séparés de ceux réservés aux autres déchets. Ces déchets ne devraient pas être mélangés aux autres déchets, qu'ils risquent de contaminer.

76. Il est impératif de faire en sorte que les lieux de collecte ne deviennent pas des installations de stockage à long terme de déchets constitués de PCB, PCT ou PBB, en contenant ou contaminés par ces substances. Les risques pour la santé humaine sont plus élevés dans le cas d'importantes quantités de déchets, même s'ils sont correctement stockés, qu'en cas de petites quantités réparties sur une zone étendue.

3. Conditionnement

77. Les déchets constitués de PCB, PCT ou PBB, en contenant ou contaminés par ces

substances devraient être conditionnés avant le stockage ou le transport. Les déchets liquides devraient être placés dans des fûts en acier à deux bondes. Les dispositions réglementaires applicables au transport spécifient souvent une qualité particulière de conteneurs (par exemple de l'acier de calibre 16 (1,52 mm) avec revêtement intérieur époxy). Les récipients utilisés pour le stockage devraient donc répondre aux exigences relatives au transport, afin d'anticiper sur le fait qu'ils peuvent être transportés ultérieurement.

78. Les équipements de grandes dimensions peuvent être stockés en l'état, une fois vidés de leurs produits, ou placés dans des conteneurs de dimensions adaptées (réservoirs) ou des emballages plastique lourds si des fuites sont à craindre. Les petits équipements, vidés ou non, devraient être placés dans des fûts contenant un matériau absorbant. Un réservoir peut en recevoir un grand nombre, s'il contient la quantité requise de matériau absorbant. On peut se procurer des produits absorbants chez les fournisseurs de matériel de sécurité. Il est également possible d'utiliser de la sciure, de la vermiculite ou de la tourbe.

79. Les fûts et équipements peuvent être placés sur des palettes pour leur transport par chariot à fourche et leur stockage. Équipements et fûts devraient être maintenus sur la palette par cerclage avant tout mouvement.

4. Etiquetage

80. Tous les fûts, conteneurs et équipements contenant des PCB, PCT ou PBB ou contaminés par ces substances devraient être clairement étiquetés, par une étiquette mentionnant les risques et une étiquette donnant le détail de l'équipement ou du fût. Doivent notamment être précisés le contenu du fût ou de l'équipement (nombre exact d'équipements ou volume de liquide), le type de déchets ainsi que le nom et le numéro de téléphone de la personne responsable.

5. Transport

81. Le transport de marchandises et déchets dangereux est réglementé dans la plupart des pays et les mouvements transfrontières de déchets sont contrôlés par la Convention de Bâle.

82. Les personnes transportant des déchets dans leur propre pays devraient avoir reçu la qualification et la certification nécessaires pour la prise en charge de matières et de déchets dangereux.

6. Stockage

83. Si de nombreux pays ont adopté des dispositions réglementaires ou élaboré des directives pour le stockage des PCB, la plupart des pays n'ont pas de réglementation ou d'instructions spécifiques pour le stockage de PCT et PBB. Toutefois, on peut admettre que les procédures de stockage devraient être similaires à celles qui s'appliquent aux PCB, les propriétés et la toxicité des PCT et des PBB étant proches de celles des PCB. Si les pratiques recommandées varient quelque peu d'un pays à l'autre, il y a de nombreux points communs en ce qui concerne la sécurité dans le stockage de ces déchets.

84. Pour plus d'information, on se reportera à la section 4.6.6 des General Technical Guidelines for Environmentally Sound Management of Wastes Consisting of, Containing or Contaminated with Persistent Organic Pollutants (Directives techniques générales pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de polluants organiques persistants, en contenant ou contaminés par ces substances).

G. Elimination écologiquement rationnelle

1. Prétraitement

85. Cette section présente les techniques de prétraitement disponibles sur le marché, qui peuvent être requises pour une mise en œuvre appropriée et sûre des techniques d'élimination décrites aux sous-sections 2 à 4 de la section IV.G du présent rapport. Lorsqu'une partie seulement d'un produit ou d'un déchet (équipement à l'état de déchet, par exemple) contient des PCB, PCT ou PBB ou est contaminée par ces substances, elle devrait être séparée puis éliminée conformément aux sous-sections 1 à 4 de la section IV.G, selon le mode approprié.

a) Absorption et adsorption

86. La sorption est le terme général qui désigne à la fois les processus d'absorption et d'adsorption. La sorption est une méthode de prétraitement faisant appel à des solides pour

débarrasser des liquides ou des gaz des substances qu'ils contiennent. L'adsorption consiste à séparer une substance (liquide, huileuse) d'une phase et à l'accumuler à la surface d'une autre phase (charbon actif, zéolithe, gel de silice, etc.). L'absorption est le processus au cours duquel une matière transférée d'une phase à une autre interpénètre la seconde pour former une solution (transfert d'un contaminant d'une phase liquide sur du charbon activé, par exemple).

87. L'adsorption et l'absorption peuvent être utilisées pour concentrer des contaminants et les séparer de déchets aqueux. Le concentrat et l'adsorbant ou l'absorbant peuvent nécessiter un traitement préalable à leur élimination.

b) Déshydratation

88. La déshydratation est un processus de prétraitement qui consiste à retirer partiellement l'eau des déchets à traiter. La déshydratation peut être employée pour les techniques d'élimination qui ne conviennent pas aux déchets aqueux. Au-delà d'un certain niveau de température et de pression, par exemple, l'eau peut réagir de façon explosive avec des sels fondus ou du sodium. Selon la nature du contaminant, les vapeurs formées peuvent nécessiter une condensation ou un lavage, ou un autre traitement.

c) Séparation huile/eau

89. Certaines techniques de traitement ne conviennent pas pour les déchets aqueux, d'autres ne conviennent pas pour les déchets huileux. La séparation huile/eau peut être employée, dans ce cas, pour séparer la phase huileuse de l'eau. La phase aqueuse et la phase huileuse peuvent être toutes deux contaminées après la séparation, et nécessiter chacune un traitement.

d) Ajustement du pH

90. Certaines techniques de traitement sont plus efficaces dans une gamme de pH donnée et en pareil cas, on utilise souvent une base, un acide ou du dioxyde de carbone pour contrôler le niveau de pH. Certaines techniques peuvent nécessiter un ajustement du pH également après le traitement.

e) Tamisage

91. Le tamisage peut être utilisé comme étape de prétraitement pour retirer les débris les plus gros du flux de déchets, ou pour les techniques qui ne conviendraient pas à la fois pour les sols et pour les déchets solides.

f) Broyage

92. Certaines techniques ne permettent de traiter que les déchets inférieurs à une certaine granulométrie (méthodes applicables aux déchets solides contaminés par des POP de granulométrie inférieure à 200 microns, par exemple). Le broyage peut alors être utilisé pour réduire le diamètre des composants des déchets. D'autres techniques d'élimination nécessitent la préparation de boues liquides avant l'injection des déchets dans le réacteur principal. Il faut noter que les broyeurs peuvent être contaminés lors du broyage de déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances. Des précautions devraient donc être prises pour prévenir toute contamination ultérieure des flux de déchets ne contenant pas de POP.

g) Lavage aux solvants

93. Le lavage aux solvants peut être utilisé pour éliminer les POP d'équipements électriques tels que les condensateurs et les transformateurs. Cette technologie a également été utilisée pour le traitement des sols contaminés et du matériel de sorption utilisé dans le prétraitement par adsorption ou absorption.

h) Désorption thermique

94. La désorption thermique basse température, encore appelée volatilisation par chauffage à basse température, re-vaporisation ou grillage des sols, est une technique de traitement ex-situ faisant appel à la chaleur pour séparer physiquement les composés et éléments volatils et semi-volatils (le plus souvent des hydrocarbures) des milieux contaminés (le plus souvent des déblais de terre). Des processus de ce type ont été utilisés pour la décontamination des surfaces non

poreuses d'équipements électriques tels que des carcasses de transformateurs ayant renfermé des fluides diélectriques contenant des PCB. La désorption thermique des déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances peut entraîner la formation non intentionnelle de POP nécessitant un traitement supplémentaire.

2. Méthodes de destruction et de transformation irréversible

95. Les opérations d'élimination suivantes mentionnées aux Annexes IVA et IVB de la Convention de Bâle devraient être autorisées aux fins de destruction et de transformation irréversible des POP contenus dans les déchets, lorsqu'elles sont appliquées de façon telle qu'il soit assuré que les déchets et rejets résiduels ne présentent pas les caractéristiques de POP :

D9	Traitement physico-chimique
D10	Incinération à terre
R1	Utilisation comme combustible (autrement qu'en incinération directe) ou autre moyen de produire de l'énergie

96. La présente section décrit les modes opératoires disponibles sur le marché pour la destruction et la transformation irréversible, écologiquement rationnelle, des POP contenus dans les déchets. On trouvera plus d'informations sur ces technologies et d'autres actuellement en phase pilote ou en phase d'essai dans la *Review of Emerging, Innovative Technologies for the Destruction and Decontamination of POPs and the Identification of Promising Technologies for Use in Developing Countries* (UNEP 2004a, Etude sur les nouvelles technologies pour la destruction et la décontamination des polluants organiques persistants et identification des technologies pouvant être utilisées dans les pays en développement).

a) Réduction alcaline

97. **Principe du procédé.** La réduction alcaline consiste à traiter les déchets par un alcalin métallique dispersé. L'alcalin métallique réagit avec le chlore contenu dans les déchets halogénés pour donner un sel et des déchets non halogénés. En règle générale, le processus se déroule à la pression atmosphérique et à des températures comprises entre 100 et 180 °C. Le traitement peut s'effectuer soit in situ (transformateurs contaminés par le PCB, par exemple), soit ex-situ, dans un réacteur. Il existe plusieurs variantes de ce procédé (Piersol 1989). Bien que le potassium ait été utilisé, le sodium métallique est l'agent réducteur le plus couramment utilisé. Les informations suivantes sont basées sur l'expérience acquise dans l'utilisation du sodium métallique.

98. **Efficacité.** Ni la DE ni le DRE n'ont été rapportés. Toutefois, il a été démontré que le procédé de réduction par le sodium répondait aux critères réglementaires de l'Union Européenne, des Etats-Unis, du Canada, de l'Afrique du Sud, de l'Australie et du Japon pour le traitement des huiles de transformateurs au PCB, soit moins de 2 parties par million (ppm) dans les résidus solides et liquides (Piersol 1989; UNEP 2004a).

99. **Types de déchets.** La démonstration de la réduction par le sodium a été apportée pour des huiles contaminées par les PCB à des concentrations allant jusqu'à 10 000 ppm (UNEP 2004a). De plus, certains fournisseurs ont affirmé que ce procédé permettait le traitement de condensateurs ou de transformateurs complets (UNEP 2000).

100. **Prétraitement.** Le prétraitement est limité en cas de traitement de transformateurs in situ. Le traitement ex-situ de PCB peut en revanche être précédé d'une extraction des PCB par solvant. Le traitement de condensateurs ou de transformateurs complets pourrait être effectué après réduction de la taille de ces équipements par broyage (UNEP 2000).

101. **Emissions et résidus potentiels.** Les gaz émis sont notamment de l'azote et de l'hydrogène. Les émissions de substances organiques devraient être relativement mineures (Piersol 1989). Les résidus produits au cours du procédé comprennent du chlorure de sodium, des polybiphényles et de l'eau (UNEP 2004a). Dans certaines variantes, il se forme également un polymère solidifié (UNEP 2000).

102. **Post-traitement.** Après la réaction, les produits formés peuvent être séparés de l'huile par une combinaison de filtration et de centrifugation. L'huile décontaminée peut être réutilisée, le chlorure de sodium peut être soit réutilisé comme agent neutralisant soit éliminé dans une décharge, et le polymère solidifié peut être éliminé dans une décharge (UNEP 2000).

103. **Consommation d'énergie.** La consommation d'énergie devrait être relativement faible

compte tenu des basses températures auxquelles s'opère la réduction par le sodium.

104. **Matériel et produits nécessaires.** De grandes quantités de sodium sont nécessaires pour ce procédé (UNEP 2004a).

105. **Portabilité.** Ce procédé existe sous forme mobile ou fixe (UNEP 2004a).

106. **Santé et sécurité.** Le sodium métallique dispersé réagit violemment et de façon explosive avec l'eau, et présente donc un risque majeur pour les opérateurs. Le sodium métallique peut également réagir avec une série d'autres substances en donnant de l'hydrogène, un gaz inflammable qui est explosif en mélange avec l'air. Le processus doit donc être conçu et mis en œuvre avec le plus grand soin, afin d'exclure toute présence d'eau (et de certaines autres substances comme les alcools) dans les déchets et tous les éléments en contact avec le sodium.

107. **Capacité.** Les équipements mobiles peuvent traiter 15 000 litres d'huile de transformateur par jour (UNEP 2004a).

108. **Autres questions pratiques.** La réduction par le sodium, lorsqu'elle est utilisée pour le traitement in situ des huiles de transformateurs contaminées par des PCB, peut ne pas détruire tous les PCB contenus dans les éléments poreux à l'intérieur du transformateur. Certains auteurs ont noté un manque d'information sur les caractéristiques des résidus (UNEP 2004a).

109. **Aspects économiques.** Certains fournisseurs ont donné les estimations suivantes :

a) Huiles de transformateur : 0,15 US\$/l, 500 - 1000 £/tonne, 4 \$CAN/gal, 0,90 \$CAN/kg;

b) Huiles usagées : 0,60 \$CAN/kg (UNEP 2000).

Il n'apparaît pas clairement si ces estimations incluent les coûts liés au prétraitement et à l'élimination des résidus.

110. **Commercialisation.** Ce procédé est proposé sur le marché depuis près de 20 ans (Piersol 1989).

111. **Fournisseur(s).** Les fournisseurs sont notamment les suivants :

a) ABB Transformatoren GmbH (www.abb.lt);

b) EarthFax Engineering Inc. (www.earthfax.com);

c) Kinectrics Inc. (www.kinectrics.com);

d) Powertech Labs Inc. (www.powertechlabs.com);

e) Sanexen Environmental Services Inc. (www.sanexen.com).

112. **Informations complémentaires.** Pour plus d'informations, voir UNEP 1998b; UNEP 2000, et UNEP 2004a.

b) **Décomposition par catalyse basique (BCD)**

113. **Principe du procédé.** La BCD consiste à traiter les déchets en présence d'un mélange réactif constitué d'huile donneuse d'hydrogène, d'un hydroxyde de métal alcalin et d'un catalyseur (exclusivité BCD). Lorsque le mélange est chauffé au-dessus de 300 °C, il produit de l'hydrogène atomique extrêmement réactif. L'hydrogène atomique réagit avec les déchets en éliminant les constituants qui confèrent leur toxicité aux composés.

114. **Efficacité.** Des DE de 99,99 à 99,9999 % ont été rapportées pour le DDT, l'hexachlorobenzène (HCB), les PCB, les PCDD et les PCDF (UNEP 2004a). Il a également été indiqué que le procédé permettait d'abaisser la teneur en composés organiques chlorés à moins de 2 mg/kg (UNEP 2001).

115. **Types de déchets.** Comme indiqué ci-dessus, la BCD a été appliquée au DDT, HCB, PCB, PCDD et PCDF. La BCD devrait également pouvoir s'appliquer à d'autres POP (UNEP 2004a; Vijgen 2002). La BCD devrait être à même de détruire des déchets à forte concentration de polluant, son applicabilité étant démontrée dans le cas de déchets contenant plus de 30% de PCB (Vijgen 2002). En pratique, cependant, il a été signalé que la formation de sel au sein du mélange traité risquait de limiter la concentration de produits halogénés pouvant être traitée (CMPS&F – Environment Australia 1997; Rahuman and others 2000; UNEP 2001). Les déchets

pouvant être traités sont notamment le sol, les sédiments, les boues et les liquides. BCD Group, Inc. affirme également que l'efficacité du procédé a été démontrée pour la destruction de PCB dans le bois, le papier et sur les surfaces métalliques des transformateurs.

116. **Prétraitement.** Les sols peuvent parfois être traités directement. Néanmoins, divers types de prétraitement des sols peuvent être nécessaires :

- a) Il peut être nécessaire de retirer les plus grosses particules par tamisage et de les broyer pour en réduire la taille;
- b) Il peut être nécessaire d'ajuster le pH et la teneur en humidité.

La désorption thermique a également été utilisée en conjonction avec la BCD pour retirer les POP des sols avant traitement. Dans ce cas, le sol est préalablement mélangé à du bicarbonate de sodium avant d'être introduit dans l'unité de désorption thermique (CMPS&F – Environment Australia 1997). Il faut alors faire évaporer l'eau des milieux aqueux (y compris les boues humides) avant le traitement. Les condensateurs peuvent être traités après réduction de leur taille par broyage (CMPS&F – Environment Australia 1997; UNEP 2001). Si des solvants volatils sont présents, comme c'est parfois le cas pour les pesticides, ils devraient être éliminés par distillation avant le traitement (CMPS&F – Environment Australia 1997).

117. **Emissions et résidus potentiels.** Les émissions atmosphériques devraient être relativement faibles. Le risque de formation de PCDD et PCDF durant le processus de BCD est relativement faible. Les autres résidus formés lors de la réaction de BCD sont notamment des boues contenant principalement de l'eau, du sel, de l'huile donneuse d'hydrogène non utilisée et du carbone résiduel. Le fournisseur affirme que le résidu de carbone est inerte et non toxique (documentation BCD Group, Inc.).

118. **Post-traitement** Selon le type d'huile donneuse d'hydrogène utilisée, les boues résiduelles peuvent être traitées de différentes façons. Si de l'huile de carburant n°6 a été utilisée, la boue peut être éliminée comme un carburant, dans un four de cimenterie. Si l'on utilise des huiles plus raffinées, elles peuvent être retirées des boues par gravité ou séparation centrifuge. Les huiles peuvent ensuite être réutilisées et les boues résiduelles peuvent subir un traitement plus poussé pour être utilisées comme agent neutralisant ou éliminées dans une décharge (UNEP 2004a). De plus, les installations de BCD sont équipées de pièges à charbon actif destinés à réduire à un minimum les rejets de composés organiques volatils dans les émissions gazeuses (documentation BCD Group, Inc.).

119. **Consommation d'énergie.** La consommation d'énergie devrait être relativement faible, compte tenu des températures relativement basses mises en œuvre dans la BCD.

Matériel et produits nécessaires. Les produits suivants sont nécessaires :

- a) Huile donneuse d'hydrogène comme le mazout n° 6 ou les huiles Sun Par n° LW-104, LW 106 et LW 110;
- b) Carbonate métallique d'alcali ou de terre alcaline, bicarbonate ou hydroxyde, comme le bicarbonate de sodium. Les quantités varient de 1 % à environ 20 % en poids du milieu contaminé. La quantité d'alcalin requise dépend de la concentration de contaminant halogéné dans le milieu (CMPS&F – Environment Australia 1997; UNEP 2001);
- c) Catalyseur (exclusivité BCD) en quantité égale à 1 % en volume de l'huile donneuse d'hydrogène.

L'équipement nécessaire pour ce procédé est considéré comme aisément accessible (Rahuman and others 2000).

121. **Portabilité.** Des installations modulaires, transportables ou fixes, ont été réalisées.

122. **Santé et sécurité.** De façon générale, les risques pour la santé et la sécurité associés à la mise en œuvre de cette technologie sont considérés comme faibles (CMPS&F – Environment Australia 1997; Rahuman and others 2000), bien qu'une installation BCD à Melbourne, en Australie, ait été rendue inopérante à la suite d'un incendie en 1995. L'incendie pourrait avoir été provoqué par le traitement d'une cuve de stockage sans mise sous azote (CMPS&F – Environment Australia 1997). Certains prétraitements associés au procédé comme le prétraitement alcalin des condensateurs et l'extraction au solvant peuvent comporter des risques non négligeables d'incendie et d'explosion, mais ceux-ci peuvent être réduits à un minimum par

des mesures de sécurité appropriées (CMPS&F – Environment Australia 1997).

123. **Capacité.** La BCD peut traiter jusqu'à 2600 gallons par lot, avec une capacité de traitement de 2 à 4 lots par jour (Vijgen 2002; UNEP 2004a).

124. **Autres questions pratiques.** Le procédé BCD comportant la revaporisation du chlore contenu dans les déchets, le traitement peut se traduire par une concentration accrue de composés à moindre degré de chloration. Cela peut constituer un problème dans le cas des PCDD et des PCDF, les congénères moins chlorés étant nettement plus toxiques que les plus chlorés. Il est donc important que ce procédé fasse l'objet d'un suivi adapté, permettant de s'assurer que la réaction soit bien menée à son terme. Dans le passé, il a été signalé que le procédé BCD n'était pas en mesure de traiter des déchets à forte concentration, en raison de l'accumulation de sel (CMPS&F – Environment Australia 1997). Dernièrement, toutefois, il a été signalé que ce problème était résolu (Vijgen 2002).

125. **Aspects économiques.** BCD Group, Inc. a fourni les estimations suivantes :

- a) Droits de licence variables ;
- b) Redevance de 5 à 10 % du revenu brut/des ventes ;
- c) Frais d'établissement de 800 000 à 1 400 000 \$US pour un réacteur BCD de 2500 gallons;
- d) Frais d'exploitation de 728 à 1772 \$US, selon la concentration de POP.

Il n'apparaît pas clairement si ces estimations incluent les coûts potentiels liés au prétraitement et à l'élimination des résidus.

126. **Commercialisation.** La BCD a été mise en œuvre dans deux établissements industriels en Australie. Elle fait également l'objet d'une exploitation industrielle au Mexique depuis deux ans. De plus, des systèmes BCD ont été utilisés pour des projets à court terme en Australie, en Espagne et aux États-Unis.

127. **Fournisseur(s).** Le brevet est détenu par BCD Group, Inc., Cincinnati, OH 45208, USA (www.bcdinternational.com). BCD Group, Inc. vend des licences d'exploitation de cette technologie. Actuellement, des licences sont détenues par des entreprises basées en Australie, au Japon, au Mexique et aux États-Unis.

128. **Informations complémentaires.** Pour plus d'information, voir CMPS&F – Environment Australia 1997; Costner, Luscombe and Simpson 1998; Rahuman and others 2000; UNEP 1998b; UNEP 2001; UNEP 2004a; Vijgen 2002.

c) **Co-incinération en four de cimenterie**

129. **Principe du procédé.** Les fours de cimenterie sont constitués d'un cylindre rotatif de 50 à 150 mètres de long, légèrement incliné sur l'horizontale (3 à 4 % de pente), effectuant de 1 à 4 révolutions à la minute. La matière première (calcaire, silice, alumine et oxydes de fer, notamment) est introduite à l'extrémité supérieure, froide, du four rotatif. La pente et la rotation font progresser les matériaux vers la partie basse du four. Le four est chauffé dans sa partie basse, où les températures atteignent de 1400 à 1500 °C. Lors de leur passage dans le four, les matériaux sont séchés et cuits et se transforment en clinker.

130. **Efficacité.** Des DRE supérieurs à 99,995 % ont été rapportés pour les PCB (UNEP 2004b).

131. **Types de déchets.** Comme indiqué ci-dessus, l'incinération en four de cimenterie a été pratiquée sur les PCB, mais devrait être applicable à d'autres POP. Ces fours sont capables de traiter des déchets tant liquides que solides (CMPS&F – Environment Australia 1997; Rahuman and others 2000; UNEP 2004b).

132. **Prétraitement.** Le prétraitement peut comporter les opérations suivantes :

- a) Désorption thermique préalable des déchets solides ; et/ou
- b) Homogénéisation des déchets solides et liquides par séchage, déchiquetage, mélangeage et broyage.

133. **Emissions et résidus potentiels.** Les émissions potentielles sont notamment les

suivantes : dioxyde de carbone, poussières de four de cimenterie, chlorure d'hydrogène, PCB, PCDD, PCDF et vapeur d'eau (CMPS&F – Environment Australia 1997; Karstensen 2001). Il faut toutefois noter que pour les fours de cimenterie, des niveaux d'émission atmosphérique de PCDD et de PCDF inférieurs à 0,1 ng TEQ/Nm³ (mètre cube normal) sont admis (UNEP 2004b). Les résidus comprennent les poussières du four qui sont captées par le système antipollution.

134. **Post-traitement** Les gaz du processus doivent être refroidis (pour réduire à un minimum la formation de PCDD et de PCDF) et épurés des poussières et composés organiques qu'ils contiennent. Le traitement fait appel à des dépoussiéreurs électrostatiques, des filtres en tissu et des filtres au charbon actif (CMPS&F – Environment Australia 1997; Karstensen 2001; UNEP 2004b). Les concentrations de PCDD et de PCDF mesurées dans les poussières de fours de cimenterie se situent entre 0,4 et 2,6 parties par milliard (ppb)¹¹ (UNEP 2004b). Les poussières provenant des fours de cimenterie devraient donc dans toute la mesure du possible être réintroduites dans les fours, le résidu final pouvant nécessiter une élimination dans une décharge spéciale.

135. **Consommation d'énergie**. Compte tenu des températures élevées mises en œuvre et de la durée de l'opération, la consommation d'énergie fossile risque d'être très élevée. Les nouveaux systèmes de four avec cinq étapes de préchauffage par four cyclone et une précalcination devraient consommer en moyenne de 2900 à 3200 mJ par mg de clinker produit (UNEP 2004b).

136. **Matériel et produits nécessaires**. La fabrication de ciment requiert d'importantes quantités de matières premières (calcaire, silice, alumine, oxydes de fer et gypse, notamment) (CMPS&F – Environment Australia 1997).

137. **Portabilité**. Les fours de cimenterie n'existent que sous la forme d'installation fixe.

138. **Santé et sécurité**. Le traitement des déchets dans des fours de cimenterie peut être considéré comme relativement sûr s'il est bien conçu et mis en œuvre (CMPS&F – Environment Australia 1997).

139. **Capacité**. La co-incinération de déchets dans des fours de cimenterie est normalement limitée à un maximum de 40% des besoins caloriques (UNEP 2004b). Toutefois, il a été signalé que les fours de cimenterie offraient un potentiel de traitement d'importantes quantités de déchets, compte tenu de leur débit élevé (UNEP 1998).

140. **Autres questions pratiques**. Le traitement de déchets solides dans un four de cimenterie impose des modifications majeures du four rotatif (CMPS&F – Environment Australia 1997; UNEP 2004b). Les déchets solides ne peuvent pas être introduits à l'extrémité chaude du four, car ils se déchargeraient dans le clinker sans avoir subi de traitement adéquat, et ils ne peuvent pas être introduits à l'extrémité froide, car ils se volatiliserait et ne seraient pas détruits correctement. Les solides devraient donc être chargés à mi-hauteur du four, via une trémie spécialement conçue. De plus, les fours anciens peuvent ne pas convenir pour le traitement de déchets dangereux. Un avis d'expert est nécessaire pour évaluer si un four peut être adapté au traitement de déchets dangereux (Karstensen 2001; Rahuman and others 2000).

141. Aspects économiques. Inconnus.

142. **Commercialisation**. Des fours de cimenterie ont été utilisés au Canada, aux États-Unis et en Europe pour le traitement de déchets dangereux (Karstensen 2001).

143. **Fournisseur(s)**. Un certain nombre de cas de co-incinération dans des fours de cimenterie sont répertoriés dans *L'inventaire des capacités mondiales de destruction des PCB* (UNEP 1998).

144. **Informations complémentaires**. Pour plus d'informations, voir CMPS&F – Environment Australia 1997; Costner Luscombe and Simpson 1998; Karstensen 2001; Rahuman and others 2000; Stobiecki and others 2001; UNEP 1998. De plus, des informations sur les BAT et les BEP pour l'incinération de déchets dangereux dans les fours de cimenterie sont disponibles auprès de la Commission européenne (2001) et du PNUE (2004b).

¹¹ TEQ non précisés.

d) Réduction chimique en phase gazeuse (GPCR)

145. **Principe du procédé.** La GPCR consiste à assurer la réduction thermo-chimique de composés organiques. A des températures supérieures à 850 °C et à basse pression, l'hydrogène réagit avec les composés organiques chlorés pour former principalement du méthane et du chlorure d'hydrogène.

146. **Efficacité.** Des DE de 99,9999 % ont été rapportées pour le DDT, l'HCB, les PCB, PDD et PCDF (CMPS&F – Environment Australia 1997; Kümmling and others 2001; Rahuman and others 2000; UNEP 2004a; Vijgen 2002).

147. **Types de déchets.** Comme indiqué ci-dessus, la GPCR a été appliquée au DDT, à l'HCB, aux PCB, PCDD et PCDF. La GPCR devrait toutefois permettre de traiter également des déchets constitués d'autres POP, en contenant ou contaminés par eux (CMPS&F – Environment Australia 1997; UNEP 2004a; Vijgen 2002). La GPCR permet de traiter des déchets à forte concentration de POP (UNEP 2004a; Vijgen 2002). La GPCR permet de traiter n'importe quel type de déchet contenant des POP : produits liquides aqueux ou huileux, sols, sédiments, transformateurs et condensateurs (CMPS&F – Environment Australia 1997; UNEP 2004a; Vijgen 2002).

148. **Prétraitement.** Selon le type de déchet, l'une des trois unités de traitement suivantes est utilisée pour obtenir la volatilisation des déchets avant traitement dans le réacteur GPCR :

- a) Procasseur de réduction thermique à fonctionnement discontinu, pour les produits solides en vrac, y compris ceux en fût;
- b) Réacteur TORBED pour les sols et sédiments contaminés, également adapté aux liquides;
- c) Système de préchauffage de déchets liquides pour les produits liquides (CMPS&F – Environment Australia 1997; Kümmling and others 2001; UNEP 2001; UNEP 2004a; Vijgen 2002).

En outre, d'autres traitements préalables sont nécessaires pour les grands condensateurs et les décombres. Les grands condensateurs doivent être percés et vidés, la pierre et le béton doivent être réduits à une taille inférieure à 1 m² (CMPS&F – Environment Australia 1997).

149. **Emissions et résidus potentiels.** Les émissions potentielles sont notamment du chlorure d'hydrogène, du méthane et des hydrocarbures de faible poids moléculaire. Les résidus de la GPCR sont notamment des effluents liquides et de l'eau usée. Des résidus solides sont également générés en fonction des déchets solides traités (UNEP 2004a; Vijgen 2002). La GPCR se déroulant en atmosphère réductrice, la possibilité de formation de PCDD et PCDF est dite limitée (CMPS&F – Environment Australia 1997; Rahuman and others 2000).

150. **Post-traitement** Les gaz sortant du réacteur sont épurés pour les débarrasser de l'eau, de la chaleur, de l'acide et du dioxyde de carbone qu'ils contiennent (Kümmling and others 2001; CMPS&F – Environment Australia 1997; Rahuman and others 2000). Les résidus et particules du système d'épuration doivent être éliminés hors site (Rahuman and others 2000; Vijgen 2002). Les résidus solides générés par les déchets solides introduits dans le système devraient pouvoir être éliminés dans une décharge (UNEP 2004a).

151. **Consommation d'énergie.** Le méthane produit au cours du processus peut couvrir une large part des besoins en carburant (CMPS&F – Environment Australia 1997; Rahuman and others 2000; UNEP 2001; UNEP 2004a; Vijgen 2002). Des consommations d'électricité allant de 96 kilowattheures (kWh) par tonne de sol traité à environ 9000 kWh par tonne de produits organiques purs ont été rapportées (CMPS&F – Environment Australia 1997).

152. **Matériel et produits nécessaires.** Un apport d'hydrogène peut être nécessaire, du moins en phase de démarrage. Il a été rapporté que le méthane produit au cours de la GPCR pouvait être utilisé pour former de l'hydrogène en quantité suffisante pour la conduite du processus (CMPS&F – Environment Australia 1997; Rahuman and others 2000; UNEP 2004a; Vijgen 2002). L'unité de production d'hydrogène a cependant posé des problèmes de fiabilité dans le passé (CMPS&F – Environment Australia 1997). D'autres produits peuvent être nécessaires, comme de la soude pour l'épurateur d'acide (UNEP 2004a).

153. **Portabilité.** La GPCR est disponible en installations fixes ou mobiles (UNEP 2001;

UNEP 2004a; Vijgen 2002).

154. **Santé et sécurité.** L'utilisation d'hydrogène gazeux sous pression nécessite des mesures de maîtrise de risques destinées à éviter la formation de mélanges air-hydrogène explosifs (CMPS&F – Environment Australia 1997). L'expérience acquise à ce jour a montré que la GPCR pouvait être mise en œuvre en sécurité (CMPS&F – Environment Australia 1997; UNEP 2004a).

155. **Capacité.** La capacité de traitement du procédé GPCR dépend de la capacité des trois unités de prétraitement.

a) Le processeur de réduction thermique à fonctionnement discontinu a une capacité maximale de 100 tonnes de produits solides par mois ou 4 litres de liquides par minute. Deux processeurs peuvent être utilisés en parallèle pour doubler la capacité;

b) Le réacteur TORBED a une capacité maximale de 5000 tonnes de sols et sédiments par mois, bien que cette unité de prétraitement soit encore en phase de développement;

c) Le système de préchauffage des déchets liquides a une capacité de 3 litres par minute (UNEP 2004a; Vijgen 2002).

156. **Autres questions pratiques.** On a constaté lors des phases initiales de développement que des contaminants comme le soufre ou l'arsenic inhibaient le traitement, mais on ignore si ce problème persiste (CMPS&F – Environment Australia 1997).

157. **Aspects économiques.** Les estimations suivantes ont été publiées pour le procédé GPCR :

a) 4,000 à \$6,000 AUS\$ par tonne pour les pesticides organochlorés solides ;

b) 4,000 to \$8,000 AUS\$ par tonne pour les PCB et les pesticides organochlorés liquides;

c) 6,000 to \$11,000 A US\$ par tonne pour les condensateurs contaminés par les PCB (CMPS&F – Environment Australia 1997).

158. **Commercialisation.** Des installations de GPCR à l'échelle industrielle ont été créées au Canada et en Australie. L'installation de GPCR d'Australie a fonctionné pendant plus de cinq ans. De plus, une installation de GPCR semi-mobile a récemment reçu une licence au Japon (CMPS&F – Environment Australia 1997; Kümmling and others 2001; Ray 2001; UNEP 2004a; Vijgen 2002).

159. **Fournisseur(s).** Le brevet pour cette technologie est détenu par ELI Eco Logic International Inc. (www.ecologic.ca). ELI Eco Logic International Inc. vend des licences pour la mise en œuvre de cette technologie.

160. **Informations complémentaires.** Pour plus d'informations, voir CMPS&F – Environment Australia 1997; Costner, Luscombe and Simpson 1998; Kümmling and others 2001; Rahuman and others 2000; Ray 2001; UNEP 2001; UNEP 2004a; Vijgen 2002.

e) **Incinération des déchets dangereux**

161. **Principe du procédé.** L'incinération des déchets dangereux utilise la combustion contrôlée à la flamme pour traiter les contaminants organiques. En règle générale, les procédés de traitement des substances halogénées mettent en œuvre des températures supérieures à 1000 °C, avec un temps de passage supérieur à 2 secondes, dans des conditions assurant un mélangeage adapté. Les incinérateurs de déchets dangereux sont disponibles dans une série de configurations incluant les fours rotatifs, les chaudières haute performance et les fours à granulats légers.

162. **Efficacité.** Des DRE supérieurs à 99,9999 % ont été rapportés pour le traitement des déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances (FRTR 2002; Rahuman and others 2000; UNEP 1998; UNEP 2001).

163. **Types de déchets.** Comme indiqué ci-dessus, les incinérateurs de déchets peuvent traiter des déchets constitués de n'importe quel type de POP, en contenant ou contaminés par eux. Les incinérateurs peuvent être conçus pour accepter des déchets quels que soient leur concentration

ou leur état physique, gaz, liquides, solides, boues ou boues liquides, par exemple (UNEP 1995b).

164. **Prétraitement.** Selon la configuration, il peut être nécessaire d'assurer un prétraitement des déchets par mélangeage, déshydratation, tamisage et déchetage (UNEP 1995b; UNEP 1998; UNEP 2004b).

165. **Emissions et résidus potentiels.** Les émissions potentielles sont notamment le monoxyde de carbone, le dioxyde de carbone, l'HCB, le chlorure d'hydrogène, des substances particulaires, des PCDD, PCDF et PCB, ainsi que de la vapeur d'eau (UNEP 1995b; UNEP 1998; UNEP 2004b). Il a été signalé que l'utilisation inadéquate des incinérateurs et une mauvaise procédure de gestion pouvait se traduire par la production et le rejet de PCDD et PCDF (UNEP 2001). Les incinérateurs modernes, conçus pour de hautes températures et équipés de dispositif de prévention de la reformation, ainsi que les installations spécialement conçues pour l'élimination de PCDD et de PCDF ont cependant résolu le problème des émissions dangereuses de PCDD et de PCDF (UNEP 2001). Les résidus sont notamment du mâchefer, des cendres volantes, des sels et l'eau des épurateurs.

166. **Post-traitement.** Les gaz du processus peuvent nécessiter un traitement visant à éliminer le chlorure d'hydrogène et les substances particulaires, ainsi qu'à prévenir la formation des POP produits de façon non intentionnelle et à les éliminer. Cela peut requérir la combinaison de différents types de post-traitements incluant les cyclones et multicyclones, filtres électrostatiques, filtres à lit statiques, épurateurs, réduction catalytique sélective, systèmes de refroidissement rapide et absorption sur charbon (UNEP 2004b ; United States Environmental Protection Agency 1998). Selon leurs caractéristiques, le mâchefer et les cendres volantes peuvent nécessiter une élimination par une décharge spéciale (United States Army Corps of Engineers 2003).

167. **Consommation d'énergie.** Il y a toute probabilité pour que la consommation d'énergie fossile soit relativement élevée, du fait des hautes températures mises en œuvre dans l'incinération des déchets dangereux. Toutefois, la consommation exacte de carburant pour la combustion dépendra de la valeur calorifique des déchets.

168. **Matériel et produits nécessaires.** Les matières premières nécessaires sont notamment de l'eau de refroidissement et de la chaux ou un autre produit adapté pour l'élimination des gaz acides.

169. **Portabilité.** Les incinérateurs de déchets dangereux sont disponibles en version fixe ou mobile.

170. **Santé et sécurité.** Les risques pour la santé et la sécurité sont notamment ceux liés à la mise en œuvre de températures élevées et à des pressions potentiellement élevées (United States Army Corps of Engineers, 2003).

171. **Capacité.** Les incinérateurs de déchets dangereux peuvent traiter de 82 à 270 tonnes de déchets par jour (Commission européenne 2004) ou de 30 000 à 100 000 tonnes par an (UNEP 2004b).

172. **Autres questions pratiques.** Aucun problème particulier n'a été rapporté à ce jour.

173. **Aspects économiques.** Les coûts suivants ont été indiqués pour un incinérateur de déchets dangereux traitant 70 000 tonnes par an (Commission européenne 2004).

	Investissements (euros)
Conception/autorisation	3,000,000
Machines	16,000,000
Autres équipements	14,000,000
Installation électrique	10,000,000
Travaux d'infrastructure	6,000,000
Construction	3,000,000
Total investissements	54,000,000
	Coûts d'exploitation (euros)
Frais financiers	5,000,000
Personnel	3,000,000
Maintenance	4,000,000
Administration	300,000
Matières premières/énergie	1,300,000
Élimination des déchets	800,000
Divers	300,000
Total coûts d'exploitation	14,700,000
<i>Coût par tonne de déchets incinérés (hors revenus)</i>	<i>200–300</i>

La redevance pour les incinérateurs de déchets dangereux se situerait en Europe entre 50 et 1500 euros (Commission européenne 2004).

174. **Commercialisation.** On dispose d'une longue expérience en matière d'incinération des déchets dangereux (UNEP 2001).

175. **Fournisseur(s).** Une série d'installations d'incinération des déchets dangereux sont mentionnées dans *L'inventaire des capacités mondiales de destruction des PCB* (UNEP 1998).

176. **Informations complémentaires.** Pour plus d'informations, voir FRTR 2002; Rahuman and others 2000; UNEP 1995b; UNEP 1998; UNEP 2001; United States Army Corps of Engineers 2003. De plus, des informations sur les BAT et les BEP pour l'incinération de déchets dangereux sont disponibles auprès de la Commission européenne (2004) et du PNUE (2004b).

f) Oxydation électrochimique indirecte (Mediated electrochemical oxidation)

177. L'oxydation électrochimique indirecte existe sous différentes formes, dont deux sont décrites ci-après.

CerOx

178. **Principe du procédé.** Le procédé CerOx utilise des cellules électrochimiques pour la génération de l'oxydant actif (cérium IV) à l'anode, un réacteur en phase liquide pour la destruction organique primaire, un réacteur en phase gazeuse pour détruire toute émission fugitive du réacteur en phase liquide et un laveur de gaz acides pour éliminer les gaz acides avant la mise à l'atmosphère. Le procédé est opéré à basse température (90-95 °C) et à la pression atmosphérique.

179. **Efficacité.** Des DE supérieures à 99,995% ont été rapportées pour le chlordane lors d'essais à l'échelle pilote (Nelson and others 2001; UNEP 2004a; Vijgen 2002).

180. **Types de déchets.** Le procédé CerOx s'applique aux solides, aux liquides et aux boues (UNEP 2004a). Comme indiqué ci-dessus, son efficacité a été démontrée pour le chlordane à l'échelle pilote. De plus, le fournisseur affirme que ce procédé est également applicable aux PCDD, PCB et à tous les autres composés organiques. Il a en outre été rapporté que le procédé CerOx devrait être applicable à tous les POP, y compris les déchets fortement concentrés (UNEP 2004a).

181. **Prétraitement.** Une réduction de taille est nécessaire pour les solides. Solides et boues nécessitent une homogénéisation pour pouvoir être pompés comme des liquides. Préalablement au traitement, les déchets liquéfiés sont passés dans un mixeur à ultrasons qui émulsifie les éléments organiques non miscibles (UNEP 2004a).

182. **Emissions et résidus potentiels.** Les émissions atmosphériques potentielles sont notamment du dioxyde de carbone et du chlore moléculaire. La mise en œuvre du procédé CerOx à la pression atmosphérique et à des températures relativement basses exclut la formation non intentionnelle de POP durant le traitement (Vijgen 2002). Les résidus sont notamment de l'hypochlorite et des résidus d'autres hétéro-atomes présents (nitrates, sulfates et phosphates, notamment) (Nelson et al. 2001; UNEP 2004a).

183. **Post-traitement** Le procédé CerOx comporte un laveur de gaz acides destiné à éliminer le chlore moléculaire des émissions gazeuses (UNEP 2004a).

184. **Consommation d'énergie.** La consommation d'énergie électrique se situe entre 40 kWh et 23 000 kWh selon l'échelle de mise en œuvre (UNEP 2004a).

185. **Matériel et produits nécessaires.** Les cuves et produits pour les solutions d'anolyte sont en titane alors que les cuves pour le catholyte sont en acier inoxydable. Les T-CELL électrochimiques conçues pour ce procédé sont en fluorure de polyvinylidène. Le cérium IV utilisé au cours du processus est régénéré à partir du cérium III réduit par re-oxydation dans la cellule électrochimique (documentation CerOx Corporation). De grandes quantités d'acide nitrique sont utilisées dans le procédé CerOx (UNEP 2001).

186. **Portabilité.** Potentiellement transportable en petites unités (UNEP 2004a).

187. **Santé et sécurité.** Le procédé CerOx est relativement facile à contrôler, car la réaction nécessite l'application d'un courant électrique continu. La faible production d'émissions gazeuses permet la rétention de toutes les émissions et résidus et leur analyse avant rejet (Nelson and others 2001).

188. **Capacité.** Le procédé CerOx est disponible dans des configurations offrant les capacités suivantes :

a) L'unité de base, comprenant deux cellules électrochimiques, a une capacité de 25 gallons (114 litres) par jour ;

b) Des unités indépendantes constituées de multiples cellules électrochimiques sont disponibles, offrant une capacité de 100 gallons (455 litres) par jour maximum ;

c) Les installations de traitement équipées de 30 cellules électrochimiques ont une capacité de 2000 à 4000 gallons (9100 à 18 200 litres) par jour.

Toutes les configurations ci-dessus sont basées sur le traitement de liquides organiques à 50 %. Des installations de plus grandes dimensions peuvent être réalisées à partir de multiples des configurations ci-dessus (UNEP 2004a).

189. **Autres questions pratiques.** Bien que le fournisseur affirme que les déchets solides peuvent être traités, il n'apparaît pas clairement si le procédé CerOx pourrait gérer d'importantes quantités de solides inertes (UNEP 2001).

190. **Aspects économiques.** On ne dispose pas d'information spécifique sur le coût du procédé, bien qu'il ait été indiqué que l'élément le plus coûteux était l'énergie électrique (UNEP 2001).

191. **Commercialisation.** Deux systèmes au moins ont été vendus pour une utilisation à l'échelle industrielle. Toutefois, on ne dispose pas d'une expérience à l'échelle industrielle en matière de traitement de déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par eux. Un système a été installé à l'Université Irvine de Californie et devait entrer en service en 2003. Un autre système était en cours d'installation à Merck, dans le New Jersey (Vijgen 2002).

192. **Fournisseur(s).** CerOx Corporation (www.cerox.com) a un brevet pour le procédé CerOx, incluant la chimie du procédé au cérium et l'équipement spécial pour sa mise en œuvre.

193. **Informations complémentaires.** Pour plus d'informations, voir Costner, Luscombe and Simpson 1998 Nelson and others 2001; UNEP 2001; UNEP 2004a; Vijgen 2002.

SILVER II

194. **Principe du procédé.** Le procédé SILVER II utilise l'argent II pour oxyder des flux de déchets organiques. Les réactions se déroulent dans une cellule électrochimique similaire à celles utilisées dans l'industrie du chlore et des alcalis. Le procédé est mis en œuvre à basse température (90 °C environ) et à la pression atmosphérique.

195. **Efficacité.** Aucune DE n'a été publiée pour des déchets composés de POP, en contenant ou contaminés par eux. Des DE de 99,9999% ont cependant été atteintes pour d'autres déchets (UNEP 2004a; Vijgen 2002).
196. **Types de déchets.** SILVER II n'a pas été mis en pratique sur des déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par eux. Il a cependant été indiqué que cette technologie devrait en principe pouvoir s'appliquer à tous les POP (UNEP 2004a). SILVER II a été utilisé sur des déchets aqueux, sols, solvants et certains types de solides (Turner 2001; UNEP 2001). On dispose de données très contradictoires quant à l'incidence de la concentration des déchets sur le procédé SILVER II (UNEP 2001, UNEP 2004a).
197. **Prétraitement.** Les solides et certains liquides nécessitent une réduction de taille significative et/ou un mixage (UNEP 2001).
198. **Emissions et résidus potentiels.** Les émissions atmosphériques potentielles sont notamment du chlore moléculaire et du dioxyde de carbone. La mise en œuvre du procédé SILVER II à la pression atmosphérique et à des températures relativement basses exclut la formation non intentionnelle de POP durant le traitement (Turner 2001; Vijgen 2002). Les résidus sont notamment de l'hypochlorite et des résidus d'autres hétéro-atomes présents (nitrates, sulfates et phosphates, notamment) (Turner 2001; Vijgen 2002).
199. **Post-traitement.** Un lavage des flux de gaz sera nécessaire pour éliminer les gaz acides avant l'évacuation dans l'atmosphère. Les effluents acides peuvent être neutralisés à la chaux et les résidus en résultant peuvent être éliminés dans une décharge (Turner 2001).
200. **Consommation d'énergie.** On ne dispose d'aucune donnée sur la consommation d'électricité, mais elle devrait être comparable à celle du procédé CerOx.
201. **Matériel et produits nécessaires.** SILVER II utilise les cellules électrochimiques de type courant utilisées dans l'industrie du chlore et des alcalis. Les produits comme l'eau, l'acide et l'argent sont recyclés dans le procédé SILVER II (Turner 2001).
202. **Portabilité.** Des installations autonomes en conteneur, des installations modulaires transportables en conteneur et des installations fixes de grandes dimensions ont été développées (Turner 2001; Vijgen 2002).
203. **Santé et sécurité.** Le procédé SILVER II est relativement facile à contrôler, car la réaction nécessite l'application d'un courant électrique continu. La faible production d'émissions gazeuses permet la rétention de toutes les émissions et résidus et leur analyse avant rejet (Turner 2001).
204. **Capacité.** Le système SILVER II a été mis en œuvre dans des installations allant jusqu'à 12 kilowatts (kW), ce qui équivaut au traitement de 30 kg par jour (UNEP 2004a).
205. **Autres questions pratiques.** L'expérience dont on dispose en matière de traitement des déchets de type POP se limite pour l'essentiel à l'échelle du laboratoire (Turner 2001; UNEP 2004a; Vijgen 2002). En présence de déchets contenant du chlore, le chlore va précipiter sous forme de chlorure d'argent (Turner 2001). Le chlorure d'argent peut être traité pour récupérer l'argent. Cependant, il semble que le procédé de récupération de l'argent n'ait pas encore été développé (UNEP 2004b). La régénération de l'acide nitrique nécessite de l'oxygène gazeux (UNEP 2004a).
206. **Aspects économiques.** Le coût total du traitement d'agents chimiques destinés à la guerre et d'autres déchets militaires a été estimé à 30% de moins que celui de l'incinération (UNEP 2001).
207. **Commercialisation.** Le procédé a été testé au banc d'essai, à l'échelle pilote et dans des cellules d'électrolyse industrielles (Turner 2001). Toutefois, on ne dispose à l'heure actuelle d'aucune information sur l'efficacité du procédé SILVER II pour des déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par eux. AEA Technology a proposé d'évaluer l'efficacité de SILVER II sur des pesticides (Turner 2001).
208. **Fournisseur(s).** Le procédé SILVER II, de la société AEA Technology (www.aeat.com), a été breveté pour la minéralisation d'une large gamme de substrats organiques.

209. **Informations complémentaires.** Pour plus d'informations, voir Costner, Luscombe and Simpson 1998; Rahuman and others 2000; Turner 2001; UNEP 2001, UNEP 2004a; Vijgen 2002.

g) **Plasma d'arc**

210. Les systèmes à plasma d'arc sont disponibles dans différentes configurations, dont trois sont décrites ci-après.

PLASCON

211. **Principe du procédé.** Le procédé PLASCON utilise un chalumeau à plasma produisant des températures supérieures à 3000 °C pour la pyrolyse des déchets. En même temps que l'argon, les déchets sont injectés directement dans l'arc au plasma. La température élevée provoque la dissociation du composé en ses ions et atomes élémentaires. La recombinaison, qui se déroule dans une zone moins chaude de la chambre de réaction, est suivie d'un refroidissement rapide entraînant la formation de molécules simples (CMPS&F – Environment Australia 1997).

212. **Efficacité.** Des tests au banc d'essai sur les PCB ont donné des DER de 99,9999 à 99,999999% (Rahuman and others 2000; UNEP 2004a).

213. **Types de déchets.** Comme indiqué ci-dessus, le procédé PLASCON a été appliqué à des huiles contenant 60% de PCB. Une installation PLASCON a récemment été configurée en Australie pour détruire des pesticides à l'état de déchets (UNEP 2004a). Les types de déchets traités peuvent être liquides, gazeux ou solides, s'ils sont sous la forme de fine boue liquide pompable. Les liquides très visqueux ou les boues plus épaisses que l'huile de moteur de grade 30 ou 40 ne peuvent pas être traités sans prétraitement. Les autres déchets solides ne peuvent pas être traités, sauf prétraitement approprié (CMPS&F – Environment Australia 1997; UNEP 2004a).

214. **Prétraitement.** Pour la plupart des liquides, aucun prétraitement n'est nécessaire. Les solides comme les sols contaminés, condensateurs et transformateurs peuvent être prétraités par désorption thermique ou extraction aux solvants (CMPS&F – Environment Australia 1997; UNEP 2004a).

215. **Emissions et résidus potentiels.** Les émissions sont notamment des gaz comme l'argon, le dioxyde de carbone et la vapeur d'eau. Les résidus comprennent une solution aqueuse de sels de sodium inorganiques (à savoir chlorure de sodium, bicarbonate de sodium et fluorure de sodium). Les essais réalisés sur les PCB ont montré des niveaux de PCDD dans l'eau de lavage et les gaz brûlés de l'ordre de quelques parties par milliard (ppt) (CMPS&F – Environment Australia 1997; Rahuman and others 2000). Dans une installation PLASCON utilisée en Australie pour détruire divers déchets, le niveau de PCB dans les effluents rejetés ne dépasse pas la limite de 2 ppb (UNEP 2004a). Les concentrations de POP dans les résidus solides ne sont pas connues (UNEP 2004a).

216. **Post-traitement.** On a peu d'information, à l'heure actuelle, sur les exigences en matière de post-traitement.

217. **Consommation d'énergie.** Une unité PLASCON de 150 kW consomme de 1000 à 3000 kWh d'électricité par tonne de déchets (CMPS&F – Environment Australia 1997).

218. **Matériel et produits nécessaires.** On a peu d'information à l'heure actuelle sur les produits nécessaires. Il est toutefois précisé que ce procédé nécessite de l'argon, de l'oxygène gazeux, de la soude et de l'eau de refroidissement (CMPS&F – Environment Australia 1997; UNEP 2004a).

219. **Portabilité.** PLASCON est disponible en unités mobiles ou fixes (UNEP 2004a).

220. **Santé et sécurité.** La quantité de déchets formés par le procédé PLASCON est faible, tout comme le risque lié à un rejet de déchets partiellement traités à la suite d'une défaillance du processus (CMPS&F – Environment Australia 1997; UNEP 2004a). On ne dispose pas de données complémentaires à l'heure actuelle en matière de santé et de sécurité.

221. **Capacité.** Une unité PLASCON de 150 kW peut traiter de 1 à 3 tonnes de déchets par jour (CMPS&F – Environment Australia 1997; UNEP 2004a).

222. **Autres questions pratiques.** Rien à signaler à l'heure actuelle.
223. **Aspects économiques.** Le coût d'établissement d'une unité PLASCON de 150 kW a été estimé à 1 million de \$US environ, selon la configuration de l'installation. Les coûts d'exploitation, main-d'œuvre comprise, sont variables, mais sont estimés à moins de 3000 \$AUS par tonne, et se situent généralement entre 1500 et 2000 \$US par tonne. Ils dépendent notamment des facteurs suivants :
- a) Déchets traités – structure moléculaire, poids et concentration;
 - b) Coût de l'énergie électrique;
 - c) Coût de l'argon et de l'oxygène;
 - d) Situation géographique et problèmes liés au site
 - e) Coût de la soude;
 - f) Limites d'émission à respecter (CMPS&F – Environment Australia 1997; Rahuman and others 2000; UNEP 2004a).

Il n'apparaît pas clairement si ce qui précède tient compte des coûts de prétraitement des déchets solides.

224. **Commercialisation.** A l'heure actuelle, une installation dans le Queensland en Australie assure le traitement de déchets à forte concentration de PCB (UNEP 2004a). Deux autres installations industrielles ont également été utilisées en Australie pour le traitement d'herbicides à l'état de déchets et de substances affectant la couche d'ozone (CMPS&F – Environment Australia 1997; Ray 2001).

225. **Fournisseur(s).** Le brevet pour cette technologie est détenu par BCD Group, Inc., Cincinnati, OH 45208, USA (www.bcdinternational.com). BCD Group, Inc. vend des licences pour la mise en œuvre de cette technologie.

226. **Informations complémentaires.** Pour plus d'informations, voir CMPS&F – Environment Australia 1997; Costner Luscombe and Simpson 1998; Rahuman and others 2000; Ray 2001; UNEP 1998b; UNEP 2000; UNEP 2001; UNEP 2004a.

Traitement par plasma d'arc et centrifugation (Plasma Arc Centrifugal Treatment – PACT)

227. **Principe du procédé.** Le procédé PACT utilise la chaleur générée par un arc à plasma pour faire fondre la partie inorganique des déchets tout en traitant la partie organique. Les déchets sont introduits dans une chambre de centrifugation chauffée par une torche à plasma. Les matériaux fondus atteignent une température de 3000 °C environ; la température des gaz se situe entre 927 et 1200 °C. Les matériaux fondus sont évacués dans un moule à scories en acier. Les gaz formés au cours du processus sont transférés dans une seconde chambre à combustion chauffée par une autre torche à plasma, où ils sont maintenus pendant 2 secondes à une température de 1200 °C.

228. **Efficacité.** Des DRE de 99,99 % ont été rapportés pour ce processus (CMPS&F – Environment Australia 1997; Rahuman and others 2000). De plus, le fournisseur fait état de DRE supérieurs à 99,9999 % dans le cas de diesel contaminé par l'HCb (Womack 1999).

229. **Types de déchets.** Comme indiqué ci-dessus, le procédé PACT a été mis en œuvre sur des déchets contaminés par l'HCb. Le procédé PACT peut traiter tout type de déchet à quelque concentration que ce soit (déchets solides, liquides et gazeux) (CMPS&F – Environment Australia 1997).

230. **Prétraitement.** Le procédé permettant de traiter directement divers types de déchets, un traitement préalable n'est généralement pas nécessaire (CMPS&F – Environment Australia 1997).

231. **Emissions et résidus potentiels.** Le procédé PACT peut être mis en œuvre dans des conditions pyrolytiques avec une atmosphère réductrice, pour éviter ou réduire à un minimum la formation de PCDD et le volume de gaz (CMPS&F – Environment Australia 1997; Rahuman and others 2000). Selon les déchets traités, les résidus comprennent un produit solide de type scories. Il a été signalé qu'aucune donnée n'était disponible en ce qui concerne les concentrations de produits chimiques non détruits dans les résidus (CMPS&F – Environment

Australia 1997). Toutefois, le fournisseur affirme que ce produit solide de type scories répond aux critères de lixivibilité permettant de le classer comme non dangereux (Womack 1999).

232. **Post-traitement** Un traitement des émissions gazeuses sera nécessaire avant rejet, pour éliminer les gaz acides et les particules qu'elles contiennent. Le traitement type peut consister à utiliser une cuve de refroidissement, un laveur à jet, un laveur à lit fluidisé et un séparateur de gouttes (demister) (CMPS&F – Environment Australia 1997).

233. **Consommation d'énergie.** A l'heure actuelle, on ne dispose pas d'information précise sur la consommation d'énergie. Il est probable, cependant, que la génération de l'arc à plasma induit une forte consommation d'électricité.

234. **Matériel et produits nécessaires.** On a peu d'information sur la consommation de produits. Il est toutefois probable que ce procédé consomme de grandes quantités d'eau de refroidissement.

235. **Portabilité.** Il a été fait mention de la possibilité de transporter de petites unités faisant appel au procédé PACT (CMPS&F – Environment Australia 1997).

236. **Santé et sécurité.** Les risques pour la santé et la sécurité liés à cette technologie semblent faibles, en particulier pour les raisons suivantes :

a) Les fûts de déchets peuvent être introduits dans l'installation en système clos, excluant le risque d'exposition directe du personnel aux déchets dangereux;

b) L'utilisation de dispositifs d'étanchéité mécaniques et le fait d'opérer à pression négative préviennent le risque d'émissions fugitives ;

c) L'utilisation d'enceintes refroidies à l'eau réduit la température des surfaces extérieures et permet une mise à l'arrêt relativement rapide (CMPS&F – Environment Australia 1997; Naval Facilities Engineering Service Centre 2001).

237. **Capacité.** Le fournisseur indique que les systèmes à l'échelle industrielle peuvent traiter 1000 kg de déchets à l'heure (documentation ReTech).

238. **Autres questions pratiques.** L'élimination des métaux et particules volatils formés à partir de la partie inorganique des déchets peut nécessiter la mise en œuvre d'un laveur de gaz conventionnel ou d'un système de traitement des gaz (CMPS&F – Environment Australia 1997).

239. **Aspects économiques.** Il a été signalé que le procédé PACT représentait un investissement relativement important (CMPS&F – Environment Australia 1997; Rahuman and others 2000). Des coûts d'exploitation de 4000 à 8000 \$AUS par tonne ont été rapportés (CMPS&F – Environment Australia 1997; Rahuman and others 2000).

240. **Commercialisation.** Au moins six installations à l'échelle de la production ont été mentionnées (CMPS&F – Environment Australia 1997; documentation ReTech; Womack 1999). Il n'est cependant pas précisé si certaines de ces installations traitent des déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par eux.

241. **Fournisseur(s).** ReTech Systems LLC (www.retechsystemsllc.com) est l'un des fournisseurs.

242. **Informations complémentaires.** Pour plus d'informations, voir CMPS&F – Environment Australia 1997; Costner, Luscombe and Simpson 1998; Naval Facilities Engineering Service Centre 2001 ; Rahuman and others 2000; Ray 2001; UNEP 1998b; UNEP 2000; UNEP 2001; Womack 1999.

Convertisseur de déchets à plasma (plasma waste converter, PWC)

243. **Principe du procédé.** Le PWC fait passer un gaz à travers un champ électrique pour ioniser le gaz et le transformer en plasma. Le plasma opère à une température de l'ordre de 3000 à 5000 °C. La chambre à plasma opère à pression atmosphérique normale. Les déchets sont réduits à leurs composants métalliques, des scories et un gaz (CMPS&F – Environment Australia 1997).

244. **Efficacité.** On ne dispose à l'heure actuelle d'aucune information spécifique sur l'efficacité du procédé.

245. **Types de déchets.** Le procédé PWC permet de traiter tout type de déchets à n'importe quelle concentration, à savoir des déchets solides, liquides ou gazeux (CMPS&F – Environment Australia 1997; UNEP 2004a). Il a été indiqué que le PWC permettait de traiter des pesticides à l'état de déchets (UNEP 2004a). Le fournisseur affirme que ce procédé est applicable au traitement des PCB.
246. **Prétraitement.** Le procédé permettant le traitement direct de divers types de déchets, un prétraitement n'est généralement pas nécessaire (CMPS&F – Environment Australia 1997).
247. **Emissions et résidus potentiels.** Il a été indiqué que les émissions gazeuses sont notamment du monoxyde de carbone, du dioxyde de carbone et de l'hydrogène (UNEP 2004a). Il a par ailleurs été signalé que le gaz récupéré en partie haute de la chambre de traitement pouvait être traité et réutilisé comme apport chimique alimentant le processus ou comme gaz combustible (CMPS&F – Environment Australia 1997). Les résidus solides sont notamment des métaux et de la pierre silicatée inerte (CMPS&F – Environment Australia 1997).
248. **Post-traitement.** Un post-traitement des émissions gazeuses devrait être nécessaire avant rejet, pour éliminer les gaz acides et les particules. Le traitement type peut consister à utiliser une cuve de refroidissement, un laveur à jet, un laveur à lit fluidisé et un séparateur de gouttes (demister).
249. **Consommation d'énergie.** Il a été rapporté que des apports énergétiques modérés sont nécessaires pour la mise en œuvre de ce procédé (UNEP 2004a).
250. **Matériel et produits nécessaires.** Il a été indiqué que la consommation d'eau de refroidissement serait modérée pour ce procédé (UNEP 2004a).
251. **Portabilité.** Le procédé PWC est disponible dans des configurations fixes et mobiles (CMPS&F – Environment Australia 1997; UNEP 2004a).
252. **Santé et sécurité.** Il a été signalé qu'il existait un risque d'explosion en cas de fuite interne de l'eau de refroidissement (UNEP 2004a). Il a par ailleurs été indiqué que des précautions devaient être prises lors de la manipulation du métal fondu et des scories produits par le procédé (CMPS&F – Environment Australia 1997).
253. **Capacité.** Il a été démontré que le procédé PWC permettait de traiter de 50 à 100 kg à l'heure et des unités industrielles ont été conçues pour traiter 10 tonnes par jour (UNEP 2004a).
254. **Autres questions pratiques.** Rien à signaler à l'heure actuelle.
255. **Aspects économiques.** Une unité traitant 180 kg à l'heure coûte approximativement 1,6 million de \$AUS. Des coûts de traitement de l'ordre de 413 \$AUS par tonne ont été rapportés, mais ils dépendent des déchets traités (CMPS&F – Environment Australia 1997).
256. **Commercialisation.** Un fournisseur a indiqué que des installations industrielles étaient implantées au Japon, dont une pour le traitement des PCB (documentation Startech Environmental Corp.). Le procédé PWC a en outre été décrit comme une technologie industrielle éprouvée et opérationnelle (UNEP 2004a).
257. **Fournisseur(s).** Startech Environmental Corp. (www.startech.net) est l'un des fournisseurs.
258. **Informations complémentaires.** Pour plus d'informations, voir CMPS&F – Environment Australia 1997; Costner, Luscombe and Simpson 1998; UNEP 1998b; UNEP 2000; UNEP 2001; UNEP 2004a.

h) Oxydation dans l'eau supercritique (Supercritical Water Oxidation, SCWO)

259. **Principe du procédé.** La SCWO traite des déchets dans un système clos en utilisant un oxydant (oxygène, hydrogène, peroxyde d'hydrogène, nitrite, nitrate, par exemple) dans l'eau à des températures et des pressions supérieures au point critique de l'eau (374 °C et 218 atmosphères). Dans ces conditions, les matériaux organiques deviennent hautement solubles dans l'eau et sont oxydés pour produire du dioxyde de carbone, de l'eau, des acides inorganiques et des sels.
260. **Efficacité.** Des DRE atteignant 99,9999 % ont été établis pour les POP à l'échelle du laboratoire, sur des PCDD et des pesticides (CMPS&F – Environment Australia 1997; Rahuman and others 2000; Vijgen 2002).

261. **Types de déchets.** On pense que la SCWO peut s'appliquer à tous les POP (UNEP 2004b). Les types de déchets pouvant être traités incluent les déchets aqueux, les huiles, les solvants et les solides de granulométrie inférieure à 200 µm. La teneur en composés organiques des déchets est limitée à moins de 20 % (CMPS&F – Environment Australia 1997 ; Rahuman and others 2000 ; Vijgen 2002).
262. **Prétraitement.** Pour les déchets concentrés, une dilution peut être nécessaire avant le traitement, afin d'abaisser la teneur en composés organiques à moins de 20 %. Si des solides sont contenus dans les déchets, il est nécessaire de les réduire à une granulométrie inférieure à 200 µm.
263. **Emissions et résidus potentiels.** Il a été rapporté que les émissions ne contiennent pas d'oxydes d'azote ou de gaz acides comme le chlorure d'hydrogène ou l'oxyde de soufre et que les résidus du procédé sont de l'eau et des produits solides si les déchets contiennent des sels inorganiques ou des produits organiques avec des halogénés, du soufre ou du phosphore (CMPS&F – Environment Australia 1997). Les informations sont limitées en ce qui concerne les concentrations potentielles et les produits chimiques non détruits (CMPS&F – Environment Australia 1997; UNEP 2004a). Le procédé est conçu de telle sorte que les émissions et les résidus puissent être captés et recyclés si nécessaire (UNEP 2004a).
264. **Post-traitement.** A l'heure actuelle, on ne dispose pas d'informations spécifiques sur les exigences en matière de post-traitement.
265. **Consommation d'énergie.** On s'attendrait à ce que la consommation d'énergie soit relativement élevée en raison de la combinaison de températures et de pressions élevées. Cependant, il a été affirmé que, tant que la teneur en hydrocarbures est relativement élevée dans les apports, il n'est pas nécessaire d'assurer un apport en énergie pour chauffer la charge jusqu'aux températures supercritiques (Rahuman and others 2000).
266. **Matériel et produits nécessaires.** Le réacteur SCWO doit être réalisé en matériaux résistants à la corrosion due aux ions halogènes (Vijgen 2002). Aux températures et pressions mises en œuvre dans la SCWO, la corrosion du matériel peut être sévère. Dans le passé, l'utilisation d'alliages de titane a été proposée pour résoudre ce problème. Les fournisseurs actuels affirment avoir surmonté ce problème en utilisant des matériaux et des techniques d'ingénierie de pointe (Vijgen 2002).
267. **Portabilité.** Des unités SCWO sont actuellement utilisées en configuration fixe, mais on estime qu'elles peuvent être transportées (UNEP 2004a; Vijgen 2002).
268. **Santé et sécurité.** Les températures et les pressions élevées mises en œuvre dans ce procédé imposent des mesures de sécurité particulières (CMPS&F – Environment Australia 1997).
269. **Capacité.** Les unités SCWO actuellement en démonstration sont capables de traiter 500 kg à l'heure, et des unités à l'échelle industrielle vont être conçues pour traiter 2700 kg à l'heure (UNEP 2004a; Vijgen 2002).
270. **Autres questions pratiques.** Les modèles anciens étaient affectés par des problèmes de fiabilité, de corrosion et d'engorgement. Les fournisseurs actuels affirment toutefois que ces problèmes ont été résolus par une conception spéciale du réacteur et l'utilisation de matériaux résistants à la corrosion (UNEP 2004a; Vijgen 2002).
271. **Aspects économiques.** Des coûts de 120 à 140 \$US par tonne de produit sec, incluant probablement un prétraitement, ont été mentionnés (CMPS&F – Environment Australia 1997). Il n'apparaît pas clairement si ces estimations incluent les coûts d'investissement et les coûts liés à l'élimination de résidus.
272. **Commercialisation.** Une installation industrielle a récemment été mise en service au Japon. En outre, le procédé SCWO a été approuvé pour un développement et une utilisation à grande échelle dans le cadre du programme des Etats-Unis pour les armes chimiques (US Chemical Weapons programme).
273. **Fournisseur(s).** Les fournisseurs sont notamment :
- a) General Atomics (www.ga.com);
 - b) Foster Wheeler Development Corporation (www.fosterwheeler.com).

274. **Informations complémentaires.** Pour plus d'informations, voir CMPS&F – Environment Australia 1997; Costner, Luscombe and Simpson 1998; Rahuman and others 2000; UNEP 2001; UNEP 2004a.

3. Autres techniques d'élimination lorsque la destruction ou la transformation irréversible ne constituent pas l'option préférable du point de vue écologique

275. Lorsque la destruction ou la transformation irréversible ne constituent pas l'option préférable du point de vue écologique pour des déchets dont la teneur en POP est supérieure à la faible teneur en POP indiquée à la section III.A du présent rapport, un pays peut autoriser l'élimination de ces déchets par d'autres moyens.

276. Les déchets contenant des POP ou contaminés par eux pour lesquels d'autres méthodes d'élimination peuvent être envisagées sont notamment les suivants :

- a) Déchets provenant de centrales électriques et autres installations de combustion (excepté celles mentionnées en d) ci-après); de la sidérurgie; de la métallurgie thermique de l'aluminium, du plomb, du zinc, du cuivre et d'autres métaux non ferreux. Ces déchets incluent : mâchefer, laitier, scories salées, cendres volantes, poussières de chaudières, poussières des gaz de combustion, autres poussières et polluants particuliers, déchets solides provenant du traitement des gaz, scories noires, déchets provenant du traitement des scories salées et des scories noires, écumes;
- b) Revêtements et réfractaires à base de carbone ou autres, provenant des processus de l'industrie métallurgique;
- c) Les déchets suivants provenant de travaux de construction et de démolition :
 - i) Mélanges ou fractions séparées de béton, briques, tuiles et produits céramiques;
 - ii) Sols, y compris sols provenant de sites contaminés, pierres et rejets de dragues ;
 - iii) Fraction inorganique de sols et de pierres ;
 - iv) Déchets de construction et de démolition contenant des PCB, à l'exclusion des équipements contenant des PCB ;
- d) Déchets d'incinération ou de pyrolyse de déchets; déchets solides provenant du traitement des gaz, mâchefer, scories, cendres volantes et poussières de chaudières ;
- e) Déchets vitrifiés et déchets provenant de la vitrification, y compris cendres volantes et autres déchets résultant du traitement des gaz de combustion et phase solide non vitrifiée;
- f) Résidus de systèmes de broyage automobile contenant des PCB.

277. L'autorité compétente du pays concerné doit pouvoir avoir la conviction que la destruction ou la transformation irréversible des POP, réalisée selon les meilleures pratiques environnementales ou les meilleures techniques disponibles, ne constitue pas l'option préférable du point de vue écologique.

278. Les autres méthodes d'élimination applicables lorsque la destruction ou la transformation irréversible ne constitue pas l'option préférable du point de vue écologique sont notamment les suivantes.

a) Décharge spécialement aménagée

279. Une décharge spéciale présente généralement des caractéristiques telles qu'une installation d'écoulement adapté à la rétention des fuites, assurant la gestion du lixiviat, et des systèmes de recyclage et de contrôle des gaz. Les autorisations d'exploitation devraient comporter des spécifications relatives aux types et aux concentrations de déchets admis, aux systèmes de contrôle du lixiviat et des gaz, au monitoring, à la sécurité sur le site ainsi qu'à la fermeture et aux mesures applicables après la fermeture.

280. Les déchets suivants contenant des PCB ou contaminés par eux ne sont pas adaptés à une élimination dans une décharge pour déchets dangereux :

- a) Liquides et matériels contenant des liquides à l'état libre ;
- b) Conteneurs vides, à moins qu'ils ne soient écrasés, déchetés ou réduits de volume par toute autre méthode similaire;
- c) Explosifs, solides inflammables, matériaux auto-inflammables, matériaux réactifs en présence d'eau, matériaux comburants et peroxydes organiques.

281. On trouvera plus d'informations dans les *Technical Guidelines on Specially Engineered Landfill (D5)* (UNEP 1995b).

b) **Stockage permanent dans des mines souterraines**

282. Le stockage permanent dans des installations aménagées dans des mines de sel (et des roches dures) est une option permettant d'isoler les déchets dangereux de la biosphère pour des durées de l'ordre de la période géologique. Une évaluation de la sécurité devrait être effectuée au cas par cas pour chaque site où est prévu un stockage souterrain, conformément aux dispositions réglementaires applicables au niveau national, comme les dispositions figurant à l'appendice A de l'annexe de la « Décision du Conseil n° 2003/33/CE du 19 décembre 2002 établissant des critères et des procédures d'admission des déchets dans les décharges, conformément à l'article 16 et à l'annexe II de la directive 1999/31/CE ».

283. Tout déchet à éliminer dans un stockage souterrain devrait faire l'objet d'une procédure d'acceptation définie par l'autorité compétente. Les déchets devraient être stockés dans des conteneurs chimiquement et mécaniquement sûrs. Ils devraient être éliminés de façon à exclure toute réaction indésirable entre différents déchets ou entre les déchets et le revêtement de l'enceinte de stockage. Les déchets liquides, gazeux, formant des gaz toxiques, explosifs, inflammables ou infectieux devraient être exclus des stockages souterrains. L'autorité compétente à tout pouvoir de définir les types de déchets qu'il convient d'exclure de façon générale.

284. Les points suivants devraient être pris en compte pour la sélection de stockages permanents dans des mines souterraines en vue de l'élimination de déchets constitués de PCB, en contenant ou contaminés par eux :

- a) Les cavernes et tunnels utilisés pour le stockage devraient être complètement isolés des zones d'activité minière et ne devraient pas être rouverts à ces activités ;
- b) Les cavernes et tunnels devraient être situés dans une formation géologique se trouvant largement en dessous de la nappe phréatique, ou une formation totalement isolée (par des roches imperméables ou des couches d'argile) des zones aquifères ;
- c) Les cavernes et tunnels devraient être situés dans une formation géologique extrêmement stable et hors de toute zone sismique.

4. **Autres méthodes d'élimination lorsque la teneur en POP est faible**

285. Outre les méthodes d'élimination ci-dessus, les déchets contenant des POP ou contaminés par eux à des concentrations inférieures à la faible teneur en POP peuvent être éliminés selon les réglementations nationales, règles, normes et directives internationales applicables, y compris les directives techniques spécifiques élaborées en vertu de la Convention de Bâle. Des exemples de réglementation nationale applicable sont fournis à l'appendice 2 des *General Technical Guidelines for Environmentally Sound Management of Wastes Consisting of, Containing or Contaminated with Persistent Organic Pollutants* (Directives techniques générales pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de polluants organiques persistants, en contenant ou contaminés par ces substances).

H. **Réhabilitation des sites contaminés**

286. Des pratiques inadéquates en matière de manipulation et de stockage peuvent se traduire par des rejets de PCB sur les sites de stockage de ces produits, entraînant la contamination des sites par de hauts niveaux de PCB. Ces sites fortement contaminés peuvent poser de sérieux problèmes de santé. Pour plus d'informations sur l'identification et la réhabilitation des sites contaminés, on se reportera à la section 4.8 des *General Technical Guidelines for Environmentally Sound Management of Wastes Consisting of, Containing or Contaminated with Persistent Organic Pollutants* (Directives techniques générales pour la gestion écologiquement

rationnelle des déchets constitués de polluants organiques persistants, en contenant ou contaminés par ces substances).

I. Santé et sécurité

287. Un plan santé et sécurité devrait être élaboré pour chaque site, par un spécialiste dûment formé aux questions de santé et de sécurité et ayant l'expérience de la gestion des PCB, PBB et/ou PCT. D'une façon générale, trois grands types de mesures permettent de protéger les travailleurs des risques chimiques (par ordre de priorité) :

- a) Tenir les travailleurs éloignés de toutes les sources de contamination possibles;
- b) Contrôler les contaminants de façon à réduire à un minimum les possibilités d'exposition;
- c) Protéger les travailleurs par l'utilisation d'équipements de protection individuelle.

288. Tous les plans santé et sécurité devraient répondre aux principes énoncés ci-dessus et être conformes aux normes de sécurité locales ou nationales. Pour plus d'informations, on se reportera à la section 4.9 des *General Technical Guidelines for Environmentally Sound Management of Wastes Consisting of, Containing or Contaminated with Persistent Organic Pollutants* (Directives techniques générales pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de polluants organiques persistants, en contenant ou contaminés par ces substances).

1. Situations caractérisées par des volumes importants, de fortes concentrations ou un risque élevé

289. Les situations où l'on est en présence d'un important volume de PCB, PCT ou PBB, d'une forte concentration ou d'un risque élevé sont notamment les suivantes :

- a) Installations électriques comportant des transformateurs aux PCB en grand nombre ou de grandes dimensions;
- b) Manipulation en vue du transport ;
- c) Sites de stockage spécialisés (grands volumes);
- d) Zones de traitement et d'élimination;
- e) Sites contaminés par de fortes concentrations de PCB, PCT ou PBB en surface ou proches de la surface.

290. En présence de volumes importants, de fortes concentrations ou de risque élevé, les plans santé et sécurité pour la protection contre les PCB, PCT ou PBB devraient intégrer les exigences minimales suivantes :

- a) Le plan santé et sécurité (PSS) devrait être rédigé par écrit, et une copie devrait être affichée sur chaque site;
- b) Chaque travailleur devant accéder au site devrait lire le PSS et le signer pour confirmer qu'il l'a lu et compris;
- c) Le PSS peut être rédigé de façon à traiter de tous les risques présents sur le site, mais devrait comporter une section ou un chapitre spécifique détaillant les procédures applicables aux PCB, aux PCT ou aux PBB;
- d) Les travailleurs ne devraient être présents sur le site que lorsque cela est nécessaire pour les besoins du service ou l'inspection des équipements ou des produits stockés ;
- e) Les travailleurs pénétrant sur un site devraient avoir reçu une formation technique et une formation en santé et sécurité appropriée dans le domaine des risques chimiques, physiques et biologiques ;
- f) Une formation en santé et sécurité devrait être assurée annuellement;
- g) Un monitoring atmosphérique devrait être réalisé en routine pour contrôler la présence de PCB, PCT et PBB dans l'air;

- h) En cas de nécessité, les travailleurs pénétrant sur un site devraient porter des équipements de protection respiratoire adaptés et des vêtements de protection imperméables couvrant le corps entier (combinaison avec cagoule, écran facial, gants et surchaussures, ou combinaison intégrale);
- i) Des kits de nettoyage en cas de déversement et du matériel de décontamination des personnes devraient être disponibles dans toutes les zones comportant des PCB, PCT ou PBB;
- j) Les travailleurs ayant ou pouvant avoir à pénétrer régulièrement sur les sites ou à travailler avec ces substances devraient faire l'objet d'une surveillance médicale comportant notamment un examen médical de référence;
- k) Lorsque des PCB, PCT ou PBB doivent être manipulés en système ouvert ou que l'on peut raisonnablement s'attendre à ce que les vêtements de protection d'un travailleur soient en contact avec des PCB, PCT ou PBB, une zone de décontamination devrait être établie, où les travailleurs puissent être décontaminés et retirer leurs équipements de protection;
- l) Le PSS et les procédures générales de travail devraient être réexaminés au moins une fois par an et révisés si nécessaire pour améliorer la sécurité et la santé sur le site.

2. Situations caractérisées par des volumes peu importants, des concentrations peu élevées ou un faible niveau de risque

291. Les pratiques recommandées ci-dessus en matière de santé et de sécurité ne s'appliquent pas aux sites sur lesquels les quantités ou les concentrations de PCB, PCT et/ou PBB ne sont pas considérées comme pouvant présenter des risques aigus ou chroniques pour la santé humaine ou l'environnement. Les situations où l'on est en présence de faibles volumes, concentrations ou niveaux de risque sont notamment les suivantes :

- a) Transformateurs électriques ou autres équipements contenant des huiles minérales à faible niveau de contamination par les PCB;
- b) Biens comportant des produits ou articles contenant des PCB ou contaminés par les PCB en petites quantités ou à faibles concentrations (ballasts des tubes fluorescents contenant des PCB, par exemple);
- c) Installations générant ou rejetant des PCB, PCT ou PBB formés de façon non intentionnelle à très faibles concentrations compte tenu des limites d'exposition pour l'homme;
- d) Sites contaminés par de faibles concentrations de PCB, PCT ou PBB ou sur lesquels la contamination ne peut pas être en contact direct avec les travailleurs (contamination souterraine, par exemple, ou sous l'eau, en l'absence de toute opération de creusement du sol).

292. En dépit d'un faible niveau de risque, certaines mesures de protection de la santé et de la sécurité devraient être prises pour réduire l'exposition à un minimum, notamment des mesures de formation en santé et sécurité pour le personnel pouvant être en contact avec des PCB, PCT ou PBB.

J. Intervention en cas d'urgence

293. Des plans d'intervention en cas d'urgence devraient être mis en place pour les PCB, PBB et PCT en service, en stock, en cours de transport ou sur des sites d'élimination. On trouvera plus d'informations sur les plans d'intervention en cas d'urgence à la section 4.10 des *General Technical Guidelines for Environmentally Sound Management of Wastes Consisting of, Containing or Contaminated with Persistent Organic Pollutants* (Directives techniques générales pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de polluants organiques persistants, en contenant ou contaminés par ces substances), ou dans *Preparation of a National Environmentally Sound Plan for PCB and PCB-Contaminated Equipment: Training Manual* (UNEP 2003a) (Préparation d'un plan national pour la gestion écologiquement rationnelle des PCBs et des équipements contaminés aux PCB : manuel de formation).

K. Participation du public

294. Les parties à la Convention de Bâle ou de Stockholm devraient avoir mis en place un processus de participation du public. Pour plus d'informations, on se reportera à la section 4.11

des *General Technical Guidelines for Environmentally Sound Management of Wastes Consisting of, Containing or Contaminated with Persistent Organic Pollutants* (Directives techniques générales pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de polluants organiques persistants, en contenant ou contaminés par ces substances).

Il faut noter que très peu de pays ont entrepris de faire l'inventaire des PBB ou des PCT. L'élaboration d'un inventaire de ces produits chimiques peut être « impossible », sauf pour ce qui est de l'identification des produits en vrac actuellement utilisés ou stockés (Danish Environmental Protection Agency 2002). En effet, la majorité des PBB et des PCB ont été utilisés de façon dispersée et les produits en contenant ne présentent aucune marque d'identification ou information spécifique.

Annexe I

Synonymes et dénominations commerciales des PCB, PCT et PBB

Produit chimique	Quelques synonymes et dénominations commerciales ¹²
PCB	Aceclor, Adkarel, ALC, Apirolio (Italie), Arochlor, Arochlors, Aroclor/Arochlor(s) (Etats-Unis), Arubren, Asbestol, Ask/Askarel/Askael, Auxol, Bakola, Biphenyl, Clophen, Chloretol, Chlorextol, Chlorfin, Chlorinal/Chlorinol, Chlorinated biphenyl, Chlorinated diphenyl, Chlorobiphenyl, Chlorodiphenyl, Chlorphen, Chorextol, Chorinol, Clophen/Clophenharz (Allemagne), Cloresil, Clorinal, Clorphen, Decachlorodiphenyl, Delor, Delorene, Diaclor, Dicolor, Diconal, DK, Duconal, Dykanol, Educarel, EEC-18, Elaol (Allemagne), Electrophenyl, Elemex, Elinol, Eucarel, Fenchlor (Italie), Fenclor, Fenocloro, Gilotherm, Hydol, Hyrol, Hyvol, Inclor, Inerteen, Inertenn, Kanechlor (Japon), Kaneclor, Kennechlor, Kenneclor, Leromoll, Magvar, MCS 1489, Montar, Nopolin, NoFlamol, No-Flamol, Non-Flamol, Olex-sf-d, Orophene, Pheaclor, Phenochlor, Phenoclor (France), Plastivar, Polychlorinated diphenyl, Polychlorinated diphenyls, Polychlorobiphenyl, Polychlorodiphenyl, Prodelec, Pydraul, Pyraclor, Pyralene (France), Pyranol (Etats-Unis), Pyroclor (Etats-Unis), Pyronol, Safe-T-Kuhl, Saf-T-Kohl, Saf-T-Kuhl, Santosol, Santotherm (Japon), Santovac, Solvol, Sorol, Soval, Sovol (URSS), Sovtol, Terphenychnore, Thermanal, Therminol, Turbinol
PCT	Aroclor (Etats-Unis), Clophen Harz (W), Cloresil (A,B,100), Electrophenyl T-50 and T60, Kanechlor KC-C (Japon), Leromoll, Phenoclor, Pydraul
PBB	Adine 0102, BB-9, Berkflam B ₁₀ , Bromkal 80, Firemaster BP-6, Firemaster FF-1, Flammex B -10, hbb, hexabromobiphenyl, HFO 101, obb, BB-8

¹² Cette liste de noms commerciaux ne prétend pas à l'exhaustivité.

Annexe II

Bibliographie

AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Programme). 2000. *Multilateral co-operative project on phase-out of PCB use and management of PCB-contaminated wastes in the Russian Federation – Phase I: Arctic Monitoring and Assessment Programme* Oslo, Norway.

China State Environmental Protection Agency. 2002. *Terms of reference: Development of a PCB inventory methodology and a draft strategy on PCB reduction and disposal in China (draft)*. Document prepared for the World Bank. Beijing, China.

CMPS&F – Environment Australia. 1997. *Appropriate technologies for the treatment of scheduled wastes review report number 4*. Available at www.deh.gov.au.

Costner, P., D. Luscombe and M. Simpson. 1998. *Technical criteria for the destruction of stockpiled persistent organic pollutants*. Greenpeace International Service Unit.

Environment Canada. 1988. *Polychlorinated biphenyls (PCB) – Fate and effects in the Canadian environment*. Environment Canada report EPS 4/HA/2, May 1988.

European Commission. 2001. *Reference document on best available techniques in the cement and lime manufacturing industries*. Available at <http://europa.eu.int/comm/environment/ipcc/>.

European Commission. 2004. *Draft reference document on best available techniques for waste incineration, March, 2004*. Available at <http://europa.eu.int/comm/environment/ipcc/>.

FRTR (Federal Remediation Technologies Roundtable). 2002. *Remediation technologies screening matrix and reference guide, version 4.0*. Available at www.frtr.gov/matrix2/top_page.html.

Holoubek, I. 2000. *Polychlorinated biphenyls (PCB) world-wide contaminated sites*. Downloaded from <http://www.recetox.chemi.muni.cz/PCB/content173.htm>.

IMO (International Maritime Organization). 2002. *International maritime dangerous goods code*. Available at www.imo.org.

IPCS (International Programme on Chemical Safety). 1992. *Environmental health criteria 140: Polychlorinated biphenyls and polychlorinated terphenyls*. Published by UNEP, ILO and WHO, Geneva.

IPCS (International Programme on Chemical Safety). 1994. *Environmental health criteria 152: Polybrominated biphenyls*. Published by UNEP, ILO and WHO, Geneva.

Jensen, A.A. and K.F. Jørgensen. 1983. *Polychlorinated terphenyls (PCT) uses, levels and biological effects*. *Sci. Total Environ.* 27:231–250.

Karstensen, K.H. 2001. *Disposal of obsolete pesticides in cement kilns in developing countries. Lessons learned – How to proceed*. 6th International HCH & Pesticides Forum Book, 20–22 March 2001, Poznan, Poland.

Kümmling, K. Elizabeth, Douglas J. Gray, Jim P. Power and Sherri E. Woodland. 2001. *Gas-phase chemical reduction of hexachlorobenzene and other chlorinated compounds: Waste treatment experience and applications*. 6th International HCH & Pesticides Forum Book, 20–22 March 2001, Poznan, Poland.

Lassen, C., S. Løkke and L.I. Andersen. 1999. *Brominated flame retardants – substance flow analysis and assessment of alternatives*. Environmental Project No. 494, Danish EPA, Copenhagen. Available at www.mst.dk/udgiv/Publications/1999/87-7909-416-3/html/default_eng.htm.

Naval Facilities Engineering Service Centre. 2001. *Joint service pollution prevention opportunity handbook, II-10 plasma arc technology*. Available at http://p2library.nfesc.navy.mil/P2_Opportunity_Handbook.

- Nelson, Norvell, Thomas Neustedter, G. Anthony Steward, Wendell Pells, Steve Oberg and Juan Varela. 2001. *Destruction of highly chlorinated pesticides and herbicides using the CerOx process*. 6th International HCH & Pesticides Forum Book, 20–22 March 2001, Poznan, Poland.
- OECD (Organization for Economic Cooperation and Development). 2004. *Draft recommendation of the Council on the Environmentally Sound Management (ESM) of Waste C(2004)100*. Adopted 9 June 2004. Available at www.oecd.org.
- Piersol, P. 1989. *The evaluation of mobile and stationary facilities for the destruction of PCBs*. Environment Canada Report EPS 3/HA/5, May 1989.
- Rahuman, M.S.M. Mujeebur, Luigi Pistone, Ferruccio Trifirò and Stanislav Miertu. 2000. *Destruction technologies for polychlorinated biphenyls (PCBs)*. Available at www.unido.org.
- Ray, Ian D. 2001. *Management of chlorinated wastes in Australia*. 6th International HCH & Pesticides Forum Book, 20–22 March 2001, Poznan, Poland.
- Stobiecki, S., J. Cieszkowski, A. Silowiecki and T. Stobiecki. 2001. *Disposal of pesticides as an alternative fuel in cement kiln: Project outline*. 6th International HCH & Pesticides Forum Book, 20–22 March 2001, Poznan, Poland.
- Turner, Andrew D. 2001. *Implications of the ACWA SILVER II programme for pesticide and herbicide destruction*. 6th International HCH & Pesticides Forum Book, 20–22 March 2001, Poznan, Poland.
- UNECE (United Nations Economic Commission for Europe). 2002. *Report on production and use of PCT (draft)*. Prepared for the UNECE Expert Group on POPs.
- UNEP (United Nations Environment Programme). 1995a. *Basel Convention: Manual for implementation*. Available at www.basel.int.
- UNEP (United Nations Environment Programme). 1995b. *Technical guidelines on incineration on land (D10)*. Available at www.basel.int.
- UNEP (United Nations Environment Programme). 1998. *Inventory of world-wide PCB destruction capacity*. Available at www.chem.unep.ch.
- UNEP (United Nations Environment Programme). 1999. *Guidelines for the identification of PCB and materials containing PCB*. Available at www.chem.unep.ch.
- UNEP (United Nations Environment Programme). 2000. *Survey of currently available non-incineration PCB destruction technologies*. Available at www.chem.unep.ch.
- UNEP (United Nations Environment Programme). 2001. *Destruction and decontamination technologies for PCB and other POPs wastes part III*. Available at www.basel.int.
- UNEP (United Nations Environment Programme). 2003a. *Preparation of a national environmentally sound plan for PCB and PCB-contaminated equipment: Training manual*. Available at www.basel.int.
- UNEP (United Nations Environment Programme). 2003b. *Interim guidance for developing a national implementation plan for the Stockholm Convention*. Available at www.pops.int.
- UNEP (United Nations Environment Programme). 2003c. *Standardized toolkit for the identification and quantification of PCDD and PCDF*. Available at www.pops.int.
- UNEP (United Nations Environment Programme). 2004a. *Review of the emerging, innovative technologies for the destruction and decontamination of POPs and the identification of promising technologies for use in developing countries*. Available at www.unep.org/stapgef.
- UNEP (United Nations Environment Programme). 2004b. *Draft guidelines on best available techniques and provisional guidance on best environmental practices*. Available at www.pops.int.
- United States Army Corps of Engineers. 2003. *Safety and health aspects of HTRW remediation technologies*. Available at www.usace.army.mil.
- United States Environmental Protection Agency. 1998. *On-site incineration: Overview of superfund operating experience*. Available at www.epa.gov.

Vijgen, John. 2002. *NATO/CCMS pilot study: Evaluation of demonstrated and emerging technologies for the treatment of contaminated land and groundwater*. Available at www.unep.org/stagef.

Womack, R.K. 1999. *Using the centrifugal method for the plasma-arc vitrification of waste*. JOM: The Member Journal of the Minerals, Metals and Materials Society. Available at www.tms.org/pubs/journals/JOM.
