

Projet de directives techniques générales actualisées pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de polluants organiques persistants (POP), en contenant ou contaminés par ces substances

Table des matières

Table des matières	2
Abréviations et acronymes	4
Unités de mesure	4
I. Introduction.....	5
A. Domaine d'application.....	5
B. Considérations générales sur les POP.....	6
II. Dispositions pertinentes des conventions de Bâle et de Stockholm.....	6
A. Convention de Bâle.....	6
1. Dispositions générales.....	6
2. Dispositions relatives aux POP.....	7
B. Convention de Stockholm.....	10
1. Dispositions générales.....	10
2. Dispositions relatives aux déchets.....	10
III. Points de la Convention de Stockholm devant faire l'objet d'une coopération avec les organes de la Convention de Bâle.....	12
A. Faible teneur en POP	12
B. Niveaux de destruction et de transformation irréversible	13
C. Méthodes constituant une élimination écologiquement rationnelle	13
IV. Orientations en matière de gestion écologiquement rationnelle.....	14
A. Considérations générales	14
1. Convention de Bâle	14
2. Convention de Stockholm	15
3. Organisation de coopération et de développement économiques	15
B. Cadre législatif et réglementaire	15
1. Délais d'élimination de la production et de l'utilisation des POP.....	16
2. Prescriptions applicables aux mouvements transfrontières	16
3. Spécifications relatives aux conteneurs, équipements, récipients de vrac et sites de stockage contenant des POP	17
4. Santé et sécurité.....	17
5. Spécification des méthodes d'analyse et d'échantillonnage admises pour les POP.....	17
6. Prescriptions applicables aux installations de traitement et d'élimination des déchets dangereux	18
7. Exigence générale en matière de participation du public	18
8. Sites contaminés	18
9. Autres mesures de réglementation.....	18
C. Prévention et réduction au minimum des déchets.....	18
D. Identification et inventaires	19
1. Identification	19
2. Inventaires	20
E. Echantillonnage, analyse et surveillance	22
1. Echantillonnage	22
2. Analyse.....	23
3. Surveillance	24

F.	Manipulation, collecte, emballage, étiquetage, transport et stockage	24
1.	Manipulation	25
2.	Collecte.....	25
3.	Emballage.....	26
4.	Etiquetage.....	27
5.	Transport	27
6.	Stockage	27
G.	Elimination écologiquement rationnelle	29
1.	Prétraitement	29
a)	Adsorption et absorption	29
b)	Déshydratation	29
c)	Séparation mécanique	29
d)	Mélange.....	29
e)	Séparation huile/eau	29
f)	Ajustement du pH.....	29
g)	Réduction de la taille.....	29
h)	Lavage aux solvants	30
i)	Désorption thermique	30
2.	Méthodes de destruction et de transformation irréversible	30
a)	Réduction par un métal alcalin	31
b)	Décomposition catalysée par une base	32
c)	Hydrodéchloration catalytique	34
d)	Co-incinération en four de cimenterie.....	35
e)	Réduction chimique en phase gazeuse	37
f)	Incinération des déchets dangereux.....	39
g)	Réactions de déchloration photochimique et de déchloration catalytique	40
h)	Jet de plasma	41
i)	Méthode au tert-butoxyde de potassium.....	43
j)	Oxydation dans l'eau supercritique et oxydation dans l'eau sous-critique	43
k)	Productions de métaux par procédés thermiques et métallurgiques	45
l)	Conversion des déchets en gaz.....	47
3.	Autres méthodes d'élimination lorsque la destruction ou la transformation irréversible ne constituent pas l'option préférable du point de vue écologique	48
a)	Décharge spécialement aménagée.....	49
b)	Stockage permanent dans des mines et formations souterraines	50
4.	Autres méthodes d'élimination envisageables lorsque la teneur en POP est faible	50
H.	Décontamination des sites contaminés	50
1.	Identification des sites contaminés	50
2.	Décontamination écologiquement rationnelle	51
I.	Santé et sécurité	51
1.	Situations à haut risque.....	52
2.	Situations présentant des risques moins élevés.....	53
J.	Intervention d'urgence	53
K.	Participation du public	54
Annexe I	Instruments internationaux	55
Annexe II	Exemples de textes législatifs nationaux pertinents	56
Annexe III	Choix de méthodes d'analyse applicables aux déchets	59
Annexe IV	Economie des méthodes de destruction et de transformation irréversible.....	62
Annexe V	Bibliographie	64

Abréviations et acronymes

AOAC	Association des chimistes analytiques officiels
CEE-ONU	Commission économique des Nations Unies pour l'Europe
CEN	Comité européen de normalisation
CSIRO	Organisation de la recherche scientifique et industrielle du Commonwealth (Australie)
DDT	1,1,1-trichloro-2,2-bis(4-chlorophényl)éthane
DTBT	Désorption thermique à basse température
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
FRTR	Federal Remediation Technologies Roundtable (Etats-Unis d'Amérique)
HCB	hexachlorobenzène
IATA	Association du transport aérien international
ISO	Organisation internationale de normalisation
OACI	Organisation de l'aviation civile internationale
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
OMI	Organisation maritime internationale
PBB	polybromobiphényle
PCB	polychlorobiphényle
PCDD	polychlorodibenzo-p-dioxine
PCDF	polychlorodibenzofurane
PCT	polychloroterphényle
Pd/C	palladium sur carbone
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
POP	polluant organique persistant
TEQ	équivalent toxique

Unités de mesure

mg/kg	milligramme(s) par kilogramme. Correspond aux parties par million (ppm) en masse.
µg/kg	microgramme(s) par kilogramme. Correspond aux parties par milliard (ppb) en masse.
ng/kg	nanogramme(s) par kilogramme. Correspond aux parties par billion (ppt) en masse.
t	tonne (1 000 kg)
kg	kilogramme
mg	milligramme
ng	nanogramme
Nm ³	mètre cube normal; s'applique à un gaz sec à 101,3 kPa et 273,15 K
kW	kilowatt
kWh	kilowattheure
MJ	mégajoule
million	10 ⁶
milliard	10 ⁹
billion	10 ¹²
ppm	parties par million
ppb	parties par milliard
ppt	parties par billion

I. Introduction

A. Domaine d'application

1. Les présentes directives techniques générales fournissent des orientations pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de polluants organiques persistants (POP), en contenant ou contaminés par ces substances, conformément aux décisions IV/17, V/26, VI/23, VII/13 et VIII/16 de la Conférence des Parties à la Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination et I/4, II/10, III/8, IV/11 et V/12 du Groupe de travail à composition non limitée de la Convention de Bâle, ainsi qu'à la résolution 5 de la Conférence de plénipotentiaires relative à la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants, aux décisions 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, et aux décisions SC-1/21 et SC-2/6 de la Conférence des Parties à la Convention de Stockholm.

2. Des directives techniques spécifiques ont été ou seront élaborées pour les déchets constitués des catégories suivantes de POP, en contenant ou contaminés par ces substances :

- a) Polychlorobiphényles (PCB); ces directives couvrent également les polychloroterphényles (PCT) et les polybromobiphényles (PBB) qui sont soumis à la Convention de Bâle mais ne constituent pas des POP soumis à la Convention de Stockholm;
- b) Pesticides constituant des POP : aldrine, chlordane, dieldrine, endrine, heptachlore, hexachlorobenzène (HCB), mirex et toxaphène, et HCB¹ en tant que substance chimique industrielle;
- c) 1,1,1-Trichloro-2,2-bis(4-chlorophényl)éthane (DDT); et
- d) Polychlorodibenzo-p-dioxines (PCDD) et polychlorodibenzofuranes (PCDF), ainsi que les PCB et HCB produits de façon non intentionnelle.

3. Les orientations fournies dans le présent document sont conçues comme des directives générales pouvant être utilisées seules, mais aussi comme des directives « cadres » destinées à être utilisées conjointement avec les directives techniques spécifiques.

4. On trouvera donc dans les chapitres qui suivent :

- a) Des orientations générales relatives à la gestion des déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances; et
- b) Un cadre pour le traitement des questions évoquées au paragraphe 2 de l'article 6 de la Convention de Stockholm (voir sous-section II.B.2 sur les dispositions de la Convention de Stockholm relatives aux déchets).

5. Les considérations relatives à la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par de telles substances qui sont abordées dans le présent document s'étendent au prétraitement, puisque cette question peut être importante pour le choix de la méthode d'élimination. Les directives fournissent également des orientations pour la réduction ou l'élimination des rejets dans l'environnement issus des processus d'élimination et de traitement des déchets.

6. Il convient de noter que la Convention de Stockholm contient des directives sur les meilleures techniques disponibles et les meilleures pratiques environnementales applicables à la prévention ou à la réduction au minimum de la formation et du rejet de POP non intentionnels issus des sources anthropiques énumérées à l'Annexe C. On attirera également l'attention sur les projets de directives relatives aux meilleures techniques disponibles et les orientations provisoires concernant les meilleures pratiques environnementales du point de vue de l'article 5 et de l'Annexe C de la Convention que le Groupe d'experts de la Convention de Stockholm sur les meilleures techniques disponibles et les meilleures pratiques environnementales a achevés en novembre 2006. Il est prévu que la Conférence des Parties à la Convention de Stockholm adopte la version définitive de ces documents à sa troisième réunion qui aura lieu en 2007.

¹ L'HCB figure trois fois dans la liste du fait qu'il s'agit à la fois d'une substance chimique industrielle, d'un pesticide (fongicide) et d'un POP produit de façon non intentionnelle.

B. Considérations générales sur les POP²

7. La majeure partie des POP sont d'origine anthropique. Certains POP, comme ceux qui sont énumérés à l'Annexe C de la Convention de Stockholm, sont également produits en partie par des processus naturels.

8. Les caractéristiques des POP (toxicité, persistance et bioaccumulation), leur potentiel de transport à grande distance ainsi que leur présence généralisée dans les écosystèmes et chez l'homme dans le monde entier ont incité à établir la Convention de Stockholm. En outre, comme indiqué à la sous-section 2 de la section A du chapitre III ci-après, les déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances figurent sur les listes de déchets des Annexes I et VIII de la Convention de Bâle.

9. Un traitement ou une élimination inapproprié de déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances peut entraîner des rejets de POP. Certaines techniques d'élimination peuvent également conduire à la formation et au rejet non intentionnels de POP.

II. Dispositions pertinentes des conventions de Bâle et de Stockholm

10. Outre les conventions de Bâle et de Stockholm, il existe d'autres instruments internationaux qui traitent des POP. On en trouvera la liste à l'Annexe I ci-après.

A. Convention de Bâle

1. Dispositions générales

11. La Convention de Bâle, entrée en vigueur le 5 mai 1992, stipule qu'un mouvement transfrontière de déchets (exportation, importation ou transit) n'est autorisé qu'à la condition que le mouvement lui-même et l'élimination des déchets dangereux ou autres déchets en question soient assurés de façon écologiquement rationnelle.

12. Au paragraphe 1 de son article 2 (« Définitions »), la Convention de Bâle définit les déchets comme « des substances ou objets qu'on élimine, qu'on a l'intention d'éliminer ou qu'on est tenu d'éliminer en vertu des dispositions du droit national. » Au paragraphe 4, elle définit l'élimination comme « toute opération prévue à l'Annexe IV » de la Convention. Au paragraphe 8, elle définit la gestion écologiquement rationnelle des déchets dangereux ou d'autres déchets comme « toutes mesures pratiques permettant d'assurer que les déchets dangereux ou d'autres déchets sont gérés d'une manière qui garantisse la protection de la santé humaine et de l'environnement contre les effets nuisibles que peuvent avoir ces déchets. »

13. Le paragraphe 1 de l'article 4 (« Obligations générales ») établit la procédure par laquelle les Parties exerçant leur droit d'interdire l'importation de déchets dangereux ou d'autres déchets en vue de leur élimination informent les autres Parties de leur décision. L'alinéa a) de ce paragraphe prévoit que « les Parties exerçant leur droit d'interdire l'importation de déchets dangereux ou d'autres déchets en vue de leur élimination en informent les autres Parties conformément aux dispositions de l'article 13. » L'alinéa b) du même paragraphe prévoit que « les Parties interdisent ou ne permettent pas l'exportation de déchets dangereux et d'autres déchets dans les Parties qui ont interdit l'importation de tels déchets, lorsque cette interdiction a été notifiée conformément aux dispositions de l'alinéa a). »

14. Les alinéas a) à d) du paragraphe 2 de l'article 4 contiennent les dispositions essentielles de la Convention de Bâle en ce qui concerne la gestion écologiquement rationnelle, la réduction des déchets au minimum et les pratiques d'élimination atténuant les effets nocifs sur la santé humaine et sur l'environnement :

« Chaque partie prend les dispositions voulues pour :

« a) Veiller à ce que la production de déchets dangereux et d'autres déchets à l'intérieur du pays soit réduite au minimum, compte tenu des considérations sociales, techniques et économiques;

² On pourra obtenir de plus amples informations sur les caractéristiques des POP auprès de différentes sources, et notamment de l'Agence pour l'enregistrement des substances toxiques et des maladies, du Programme d'action mondial pour la protection du milieu marin contre la pollution due aux activités terrestres et du Programme international sur la sécurité des substances chimiques de l'Organisation mondiale de la santé (1995) (voir l'Annexe V « Bibliographie » ci-après).

« b) Assurer la mise en place d'installations adéquates d'élimination qui devront, dans la mesure du possible, être situées à l'intérieur du pays, en vue d'une gestion écologiquement rationnelle des déchets dangereux et d'autres déchets en quelque lieu qu'ils soient éliminés;

« c) Veiller à ce que les personnes qui s'occupent de la gestion des déchets dangereux ou d'autres déchets à l'intérieur du pays prennent les mesures nécessaires pour prévenir la pollution résultant de cette gestion et, si une telle pollution se produit, pour en réduire au minimum les conséquences pour la santé humaine et l'environnement;

« d) Veiller à ce que les mouvements transfrontières de déchets dangereux et d'autres déchets soient réduits à un minimum compatible avec une gestion efficace et écologiquement rationnelle desdits déchets et qu'ils s'effectuent de manière à protéger la santé humaine et l'environnement contre les effets nocifs qui pourraient en résulter. »

2. Dispositions relatives aux POP

15. L'article premier (« Champ d'application de la Convention ») définit les types de déchets soumis à la Convention de Bâle. L'alinéa a) du paragraphe 1 de cet article présente une méthode permettant de déterminer en deux étapes l'applicabilité de la Convention à un « déchet » donné : celui-ci doit, premièrement, appartenir à l'une des catégories visées à l'Annexe I (« Catégories de déchets à contrôler ») et, deuxièmement, présenter au moins l'une des caractéristiques indiquées à l'Annexe III (« Liste des caractéristiques de danger »).

16. Les déchets de l'Annexe I qui peuvent être constitués de POP, en contenir ou être contaminés par ces substances sont notamment les suivants :

- Y2 Déchets issus de la production et de la préparation de produits pharmaceutiques
- Y3 Déchets de médicaments et produits pharmaceutiques
- Y4 Déchets issus de la production, de la préparation et de l'utilisation de biocides et de produits phytopharmaceutiques
- Y5 Déchets issus de la fabrication, de la préparation et de l'utilisation des produits de préservation du bois
- Y6 Déchets issus de la production, de la préparation et de l'utilisation de solvants organiques
- Y7 Déchets cyanurés de traitements thermiques et d'opérations de trempe
- 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 diphényles polychlorés (PCB), des terphényles polychlorés (PCT) ou des diphényles 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
- Y16 Déchets issus de la production, de la préparation et de l'utilisation de produits et matériels photographiques
- Y17 Déchets de traitements de surface des métaux et matières plastiques
- Y18 Résidus d'opérations d'élimination des déchets industriels
- Y39 Phénols, composés phénolés, y compris les chlorophénols
- Y40 Ethers
- Y41 Solvants organiques halogénés
- Y42 Solvants organiques, sauf solvants halogénés

- Y43 Tout produit de la famille des dibenzofurannes polychlorés
- Y44 Tout produit de la famille des dibenzoparadioxines polychlorées
- Y45 Composés organohalogénés autres que les matières figurant dans la présente Annexe (par exemple Y39, Y41, Y42 Y43, Y44).

17. Des PCDD et des PCDF peuvent par exemple être formés de façon non intentionnelle pendant la fabrication des chlorophénols, qui ont été utilisés dans la préservation du bois, les peintures et les colles, ainsi que dans la fabrication d'autres produits chimiques industriels et de pesticides. On peut également en trouver dans les scories et cendres volantes produites lors de l'élimination de déchets industriels. Plusieurs POP de la catégorie des pesticides ont été ou sont encore utilisés comme biocides. Les PCB ont été par le passé largement utilisés dans des additifs pour peintures, des adhésifs ou des matières plastiques. L'HCB a été utilisé comme produit intermédiaire ou comme additif dans divers procédés de fabrication, en particulier dans la production de caoutchouc synthétique, produits pyrotechniques et munitions, colorants, et pentachlorophénol. On sait en outre que les mécanismes de synthèse des PCB et de l'HCB sont les mêmes que ceux des PCDD et PCDF.

18. Les déchets inscrits à l'Annexe I sont présumés présenter une ou plusieurs des caractéristiques de danger de l'Annexe III, par exemple H11 « Matières toxiques (effets différés ou chroniques) », H12 « Matières écotoxiques » et H6.1 « Matières toxiques (aiguës) », à moins que des « tests nationaux » ne montrent que ce n'est pas le cas. Les tests nationaux peuvent être utiles pour identifier une caractéristique de danger particulière de l'Annexe III de la Convention jusqu'à ce que cette caractéristique soit pleinement définie. Des documents d'orientation pour chacune des caractéristiques de danger de l'Annexe III sont en cours d'élaboration dans le cadre de la convention de Bâle.

19. La liste A de l'Annexe VIII contient les déchets « considérés comme dangereux en vertu de l'alinéa a) du paragraphe 1 de l'article premier ». Toutefois, « l'inscription d'un déchet [dans cette Annexe] n'exclut pas le recours à l'Annexe III pour démontrer que ledit déchet n'est pas dangereux. » La liste B de l'Annexe IX concerne les déchets qui ne seront pas couverts par l'alinéa a) du paragraphe 1 de l'article premier à moins qu'ils ne contiennent des matières de l'Annexe I à des concentrations telles qu'ils présentent une caractéristique figurant à l'Annexe III. En particulier, les déchets suivants de l'Annexe VIII sont pertinents pour ce qui concerne les POP :

a) PCB, PCT et PBB

A1180 Assemblages électriques et électroniques usagés ou sous forme de débris³ contenant des éléments tels que les accumulateurs et autres piles figurant sur la liste A, les interrupteurs à mercure, les verres provenant de tubes cathodiques, les autres verres activés, les condensateurs au PCB, ou contaminés par les constituants figurant à l'Annexe I (comme le cadmium, le mercure, le plomb, les diphényles polychlorés, etc.) dans une proportion telle qu'ils présentent l'une des caractéristiques de danger énumérées à l'Annexe III (voir rubrique correspondante de la liste B-B1110)⁴

A3180 Déchets, substances, équipements et appareils contenant ou contaminés, par des diphényles polychlorés (PCB), des terphényles polychlorés (PCT), des naphthalènes polychlorés (PCN) ou des diphényles polybromés (PBB), ou tout composé polybromé analogue ayant une concentration égale ou supérieure à 50mg/kg⁵

b) Polluants organiques persistants de la catégorie des pesticides, dont l'aldrine, le chlordane, le DDT, la dieldrine, l'endrine, l'HCB, l'heptachlore, le mirex et le toxaphène

A4030 Déchets issus de la production, de la préparation et de l'utilisation de biocides et de produits phytopharmaceutiques, y compris les déchets de pesticides et d'herbicides non conformes aux spécifications, périmés⁶ ou impropres à l'usage initialement prévu

³ Cette rubrique n'inclut pas les déchets agglomérés provenant de la production d'énergie électrique.

⁴ Concentration de PCB égale ou supérieure à 50 mg/kg.

⁵ Le taux de 50 mg/kg est considéré comme un niveau pratique sur le plan international pour tous les déchets. Cependant, plusieurs pays ont fixé individuellement des niveaux réglementaires plus bas (20 mg/kg par exemple) pour certains déchets.

⁶ Ils sont dits « périmés » pour n'avoir pas été utilisés dans les délais recommandés par le fabricant.

c) PCDD et PCDF

A4110 Déchets contenant, consistant en, ou contaminés par l'une des substances suivantes :

- tout produit de la famille des dibenzofuranes polychlorés
- tout produit de la famille des dibenzoparadioxines polychlorées

20. La liste A de l'Annexe VIII comprend un certain nombre de déchets ou de catégories de déchets pouvant contenir des POP ou être contaminés par ces substances, qui sont notamment les suivants :

- A1090 Cendres provenant de l'incinération de fils de cuivre isolés
- A1100 Poussières et résidus provenant des systèmes d'épuration des fumées des fonderies de cuivre
- A2040 Déchets de gypse provenant de procédés chimiques industriels, possédant des constituants figurant à l'Annexe I dans une proportion telle qu'ils présentent 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 présentent 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 Déchets de 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 ou adhésifs, à l'exception de ceux figurant sur la liste B (voir rubrique correspondante de la liste B-B4020)
- A3070 Déchets de phénols et composés phénolés, y compris les chlorophénols, sous forme de liquides ou de boues
- A3090 Déchets de sciures, cendres, boues et farines de cuir contenant des composés de chrome hexavalent ou des biocides (voir rubrique correspondante de la liste B-B3100)
- A3100 Rognures et autres déchets de cuirs et de peaux préparés ou de cuir reconstitué, non utilisables pour la fabrication d'ouvrages en cuir, contenant des composés de chrome hexavalent ou des biocides (voir rubrique correspondante de la liste B-B3090)
- A3110 Déchets de pelletterie contenant des composés de chrome hexavalent, des biocides ou des substances infectieuses (voir rubrique correspondante de la liste B-B3110)
- A3120 Fraction légère des résidus de broyage
- A3150 Déchets de solvants organiques halogénés
- A3160 Résidus de distillation non aqueux, halogénés ou non halogénés, issus d'opérations de récupération de solvants organiques
- A4010 Déchets issus de la production, de la préparation et de l'utilisation de produits pharmaceutiques, à l'exception de ceux figurant sur la liste B
- A4020 Déchets hospitaliers et apparentés, c'est-à-dire déchets provenant des soins médicaux, infirmiers, dentaires, vétérinaires ou autres pratiques analogues, et déchets produits dans les hôpitaux ou autres établissements apparentés lors de l'examen ou du traitement des patients ou lors des travaux de recherche
- A4040 Déchets provenant de la fabrication, de la préparation et de l'utilisation de produits chimiques destinés à la préservation du bois⁷
- 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)

⁷

Cette rubrique n'inclut pas le bois traité avec des produits chimiques en vue de sa préservation.

- A4100 Déchets provenant des installations industrielles antipollution d'épuration des rejets gazeux, à l'exception de ceux qui figurent sur la liste B
- A4130 Déchets d'emballages et de récipients contenant des substances de l'Annexe I à des concentrations suffisantes pour qu'ils présentent l'une des caractéristiques de danger figurant à l'Annexe III
- A4140 Déchets consistant en, ou contenant des produits chimiques non conformes aux spécifications ou périmés⁸, appartenant aux catégories de l'Annexe I et présentant l'une des 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 Charbon actif usagé ne figurant pas sur la liste B (voir rubrique correspondante de la liste B-B2060)

21. Comme indiqué à l'alinéa b) du paragraphe 1 de l'article premier, « les déchets auxquels les dispositions de l'alinéa a) ne s'appliquent pas, mais qui sont définis ou considérés comme dangereux par la législation interne de Partie d'exportation, d'importation ou de transit » sont également visés par la Convention de Bâle.

B. Convention de Stockholm

1. Dispositions générales

22. L'objectif de la Convention de Stockholm, qui est entrée en vigueur le 17 mai 2004, est énoncé à l'article premier (« Objectif ») : « Compte tenu de l'approche de précaution énoncée dans le principe 15 de la Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement, l'objectif de la présente Convention est de protéger la santé humaine et l'environnement des polluants organiques persistants. »

23. La Convention de Stockholm distingue deux catégories de POP :

- a) Les POP produits intentionnellement, dont la production et l'utilisation doivent être :
 - i) Éliminées conformément aux dispositions de l'article 3 et de l'Annexe A; ou
 - ii) Limitées conformément aux dispositions de l'article 3 et de l'Annexe B;

b) Les polluants organiques persistants produits non intentionnellement, pour lesquels les Parties sont invitées à prendre, conformément à l'article 5 et à l'Annexe C, une série de mesures visant à limiter le volume total des rejets d'origine anthropique afin de les ramener à un minimum et, si possible, de les éliminer à terme.

24. Au paragraphe 1 de l'article 7 (« Plans de mise en œuvre »), la Convention prévoit que chaque Partie :

- « a) Elabore et s'efforce de mettre en œuvre un plan pour s'acquitter de ses obligations en vertu de la ... Convention;
- « b) Transmet son plan de mise en œuvre à la Conférence des Parties dans un délai de deux ans à compter de la date d'entrée en vigueur de la Convention à son égard; et
- « c) Examine et actualise, le cas échéant, son plan de mise en œuvre à intervalles réguliers et selon des modalités à spécifier par la Conférence des Parties dans une décision à cet effet. »

2. Dispositions relatives aux déchets

25. L'article 6 (« Mesures propres à réduire ou éliminer les rejets émanant de stocks et déchets ») comporte les dispositions suivantes en ce qui concerne les déchets :

- « 1. Afin de s'assurer que les stocks constitués de substances chimiques inscrites à l'Annexe A ou à l'Annexe B, ou en contenant, et les déchets, y compris les produits et articles réduits à l'état de déchets, constitués de substances chimiques inscrites à l'Annexe A, B ou C, en contenant ou contaminés par ces substances soient gérés de manière à protéger la santé humaine et l'environnement, chaque Partie :

⁸ Ils sont dits « périmés » pour n'avoir pas été utilisés dans les délais recommandés par le fabricant.

- « a) Elabore les stratégies appropriées pour identifier :
 - « i) Les stocks constitués de substances chimiques inscrites à l'Annexe A ou à l'Annexe B, ou en contenant, et
 - « ii) Les produits et articles en circulation et les déchets constitués d'une substance chimique inscrite à l'Annexe A, B, ou C, en contenant, ou contaminés par cette substance;
 - « b) Identifie, dans la mesure du possible, les stocks constitués de substances chimiques inscrites à l'Annexe A ou à l'Annexe B, ou en contenant, sur la base des stratégies visées à l'alinéa a);
 - « c) Gère les stocks, le cas échéant, d'une manière sûre, efficace et écologiquement rationnelle. Les stocks de substances chimiques inscrites à l'Annexe A ou à l'Annexe B qu'il n'est plus possible d'utiliser conformément à une dérogation spécifique prévue à l'Annexe A ou à une dérogation spécifique ou un but acceptable prévu à l'Annexe B, à l'exception des stocks qu'il est permis d'exporter conformément au paragraphe 2 de l'article 3, sont considérés comme des déchets et sont gérés conformément à l'alinéa d);
 - « d) Prend des mesures appropriées pour s'assurer que les déchets, y compris les produits et articles une fois réduits à l'état de déchets :
 - « i) Sont manipulés, recueillis, transportés et emmagasinés d'une manière écologiquement rationnelle;
 - « ii) Sont éliminés de manière à ce que les polluants organiques persistants qu'ils contiennent soient détruits ou irréversiblement transformés, de telle sorte qu'ils ne présentent plus les caractéristiques de polluants organiques persistants, ou autrement éliminés d'une manière écologiquement rationnelle lorsque la destruction ou la transformation irréversible ne constitue pas l'option préférable du point de vue écologique ou la teneur en polluants organiques persistants est faible, compte tenu des règles, normes et directives internationales, y compris celles qui pourraient être élaborées conformément au paragraphe 2, et des régimes régionaux et mondiaux pertinents régissent la gestion des déchets dangereux;
 - « iii) Ne puissent être soumis à des opérations d'élimination susceptibles d'aboutir à la récupération, au recyclage, à la régénération, à la réutilisation directe ou à d'autres utilisations des polluants organiques persistants;
 - « iv) Ne font pas l'objet de mouvements transfrontières sans qu'il soit tenu compte des règles, normes et directives internationales pertinentes;
 - « e) S'efforce d'élaborer des stratégies appropriées pour identifier les sites contaminés par des substances chimiques inscrites à l'Annexe A, B ou C; si la décontamination de ces sites est entreprise, elle doit être effectuée de manière écologiquement rationnelle.
- « 2. La Conférence des Parties coopère étroitement avec les organes appropriés de la Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination pour, entre autres :
- « a) Etablir les niveaux de destruction et de transformation irréversible nécessaires pour garantir que les caractéristiques des polluants organiques persistants énumérés au paragraphe 1 de l'Annexe D ne sont pas présentes;
 - « b) Déterminer les méthodes dont ils considèrent qu'elles constituent l'élimination écologiquement rationnelle visée ci-dessus;
 - « c) 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. »

26. Le point i) de l'alinéa a) du paragraphe 2 de l'article 3 relatif aux importations stipule que « Chaque partie prend des mesures pour s'assurer que toute substance chimique inscrite à l'Annexe A ou à l'Annexe B est importée uniquement en vue d'une élimination écologiquement rationnelle telle que prévue à l'alinéa d) du paragraphe 1 de l'article 6. » De la même façon, aux termes du point i) de l'alinéa b) du paragraphe 2 de l'article 3, « chaque Partie prend des mesures pour s'assurer que toute substance chimique inscrite à l'Annexe A bénéficiant d'une dérogation spécifique concernant la production ou l'utilisation, ou toute substance chimique inscrite à l'Annexe B bénéficiant d'une dérogation spécifique ou dans un but acceptable concernant la production ou l'utilisation, compte tenu de toutes dispositions pertinentes des instruments internationaux en vigueur sur le consentement préalable en connaissance de cause, est exportée uniquement en vue d'une élimination écologiquement rationnelle telle que prévue à l'alinéa d) du paragraphe 1 de l'article 6. »

27. La partie II de l'Annexe C énumère les catégories de sources ayant un potentiel relativement élevé de production et de rejet dans l'environnement de POP figurant à l'Annexe C. La partie III énumère les catégories de sources par lesquelles des POP figurant à l'Annexe C peuvent être produits et rejetés involontairement. La partie V formule des directives générales sur les meilleures techniques disponibles et les meilleures pratiques environnementales.

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

28. Aux termes de l'alinéa c) du paragraphe 2 de l'article 6 de la Convention de Stockholm, la Conférence des Parties à cette convention doit 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 du point ii) de l'alinéa d) du paragraphe 1 de l'article 6, être éliminés de manière à ce que les POP qu'ils contiennent soient détruits ou irréversiblement transformés ou autrement éliminés d'une manière écologiquement rationnelle lorsque la destruction ou la transformation irréversible ne constitue pas l'option préférable du point de vue écologique.

29. Considérant :

- a) Que l'élimination des déchets à forte teneur en POP, y compris les déchets, devrait être prioritaire;
- b) Les capacités de traitement disponibles;
- c) Que les valeurs limites fixées par les législations nationales sont pertinentes;
- d) Les méthodes analytiques disponibles; et
- e) Le manque de connaissances et de données;

les définitions provisoires suivantes d'une faible teneur en POP devraient être appliquées :

- a) PCB : 50 mg/kg;⁹
- b) PCDD et PCDF : 15 µg TEQ/kg ;¹⁰ et
- c) Aldrine, chlordane, DDT, dieldrine, endrine, heptachlore, HCB, mirex et toxaphène : 50 mg/kg pour chacun de ces POP.¹¹

⁹ Déterminée conformément à des méthodes et normes nationales ou internationales.

¹⁰ Equivalent toxique visé au paragraphe 2 de la partie IV de l'Annexe C de la Convention de Stockholm, mais pour les PCDD et PCDF seulement.

¹¹ Déterminée conformément à des méthodes et normes nationales ou internationales.

B. Niveaux de destruction et de transformation irréversible

30. Considérant :

- a) Que le rendement de destruction¹² et le rendement d'élimination par destruction¹³ sont tous deux fonction de la teneur initiale en POP et ne tiennent pas compte de la formation de POP produits de manière non intentionnelle lors de la destruction ou de la transformation irréversible;
- b) Que le rendement de destruction est un critère important pour aider à évaluer les techniques de destruction et de transformation irréversible, mais qu'il peut être difficile à mesurer d'une manière reproductible et comparable, en particulier de façon régulière;
- c) Que le rendement d'élimination par destruction ne prend en considération que les émissions atmosphériques;
- d) Que les meilleures techniques disponibles et les meilleures pratiques environnementales fixent des conditions de conception et d'exploitation sûres, dans des circonstances particulières, technique par technique;
- e) Que l'on n'a pas déterminé les meilleures techniques disponibles et les meilleures pratiques environnementales pour toutes les méthodes d'élimination;
- f) Qu'il existe des législations nationales et des règles, normes et directives internationales pertinentes; et
- g) Que l'on manque de connaissances et de données;

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

a) Emissions atmosphériques :

PCDD et PCDF : 0,14 mg TEQ/Nm³ ¹⁴

Tous les autres POP : législations nationales et règles, normes et directives internationales pertinentes; on trouvera des exemples de textes législatifs nationaux pertinents à l'Annexe II;

b) Effluents aqueux : législations nationales et règles, normes et directives internationales pertinentes; on trouvera des exemples de textes législatifs nationaux pertinents à l'Annexe II;

c) Résidus solides : leur teneur en POP devrait être inférieure à la faible teneur en POP définie à la section A ci-dessus du présent chapitre. Toutefois, si la teneur en PCDD/PCDF produits involontairement est supérieure à la faible teneur en POP définie à la section A, les résidus solides devraient être traités conformément à la section IV.G.

En outre, les technologies de destruction et de transformation irréversible devraient être mises en œuvre conformément aux meilleures techniques disponibles et aux meilleures pratiques environnementales.

C. Méthodes constituant une élimination écologiquement rationnelle

31. La section G du chapitre IV ci-après décrit les méthodes considérées comme constituant une élimination écologiquement rationnelle des déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances.

¹² Se calcule en soustrayant de la masse de POP contenue dans les déchets celle des POP restant dans les résidus gazeux, liquides ou solides et en divisant le résultat par la masse de POP contenue dans les déchets, et donc rendement de destruction = (teneur en POP des déchets – teneur en POP des résidus gazeux, liquides et solides) / teneur en POP des déchets.

¹³ Se calcule en soustrayant de la masse de POP contenue dans les déchets celle des POP restant dans les résidus gazeux (émission à la cheminée) et en divisant le résultat par la masse de POP contenue dans les déchets, et donc rendement d'élimination par destruction = (teneur en POP des déchets – teneur en POP des résidus gazeux) / teneur en POP des déchets.

¹⁴ Equivalents toxiques visés au paragraphe 2 de la partie IV de l'Annexe C de la Convention de Stockholm, mais pour les PCDD et pPCDF seulement. Nm³ s'applique à un gaz sec à 101,3 kPa et 273,15 K. Normalisation à 11 % de O₂.

IV. Orientations en matière de gestion écologiquement rationnelle

A. Considérations générales

32. La gestion écologiquement rationnelle est un concept de politique générale pour lequel il n'existe pas, à l'heure actuelle, de définition universelle claire. Néanmoins, les dispositions des conventions de Bâle et de Stockholm relatives à la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances (et, plus généralement, des déchets dangereux), ainsi que les « critères de performance de base » de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) (qui sont examinés dans les trois sous-sections suivantes) fournissent également des orientations internationales à l'appui des efforts de gestion écologiquement rationnelle entrepris dans différents pays et par certaines industries.

1. Convention de Bâle

33. Le paragraphe 8 de l'article 2 la Convention de Bâle définit la gestion écologiquement rationnelle des déchets dangereux ou d'autres déchets comme « toutes mesures pratiques permettant d'assurer que les déchets dangereux ou d'autres déchets sont gérés d'une manière qui garantisse la protection de la santé humaine et de l'environnement contre les effets nuisibles que peuvent avoir ces déchets. »

34. L'alinéa b) du paragraphe 2 de l'article 4 de la Convention exige que chaque Partie prenne les dispositions voulues pour « assurer la mise en place d'installations adéquates d'élimination qui devront, dans la mesure du possible, être situées à l'intérieur du pays, en vue d'une gestion écologiquement rationnelle des déchets dangereux ou d'autres déchets en quelque lieu qu'ils soient éliminés », et aux termes de l'alinéa c) de ce paragraphe, chaque Partie doit « veiller à ce que les personnes qui s'occupent de la gestion des déchets dangereux ou d'autres déchets à l'intérieur du pays prennent les mesures nécessaires pour prévenir la pollution résultant de cette gestion et, si une telle pollution se produit, pour en réduire au minimum les conséquences pour la santé humaine et l'environnement. »

35. Le paragraphe 8 de l'article 4 de la Convention exige que « les déchets dangereux et d'autres déchets dont l'exportation est prévue soient gérés selon des méthodes écologiquement rationnelles dans l'Etat d'importation ou ailleurs. A leur première réunion, les Parties arrêteront des directives techniques pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets entrant dans le cadre de la présente Convention. » Les présentes directives techniques et les directives techniques spécifiques ont pour objet de fournir une définition plus précise de la gestion écologiquement rationnelle dans le cas des déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances, en précisant notamment le traitement et les méthodes d'élimination appropriés pour ces flux de déchets.

36. Plusieurs principes directeurs pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets ont été formulés dans le Document-cadre de 1994 sur la préparation de directives techniques pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets visés par la Convention de Bâle¹⁵.

37. Pour assurer une gestion écologiquement rationnelle des déchets, le document-cadre recommande qu'un certain nombre de conditions juridiques, institutionnelles et techniques (critères de gestion écologiquement rationnelle) soient remplies, et notamment :

- a) Qu'une infrastructure législative d'application assure le respect des textes réglementaires applicables;
- b) Que des sites ou des installations soient agréés et possèdent un niveau de technologie et de maîtrise de la pollution approprié pour s'occuper des déchets dangereux de la façon indiquée, compte tenu notamment du niveau de technologie et de maîtrise de la pollution dans le pays exportateur;
- c) Qu'il soit exigé des exploitants des sites ou installations gérant des déchets dangereux qu'ils assurent, le cas échéant, la surveillance des effets de ces activités;
- d) Que des mesures appropriées soient prises dans les cas où la surveillance montre que la gestion de déchets dangereux a entraîné des rejets inacceptables; et
- e) Que les personnes s'occupant de la gestion de déchets dangereux aient les compétences et la formation requises pour exercer leurs fonctions.

¹⁵ Voir Convention de Bâle, 1994, à l'Annexe V, Bibliographie.

38. La gestion écologiquement rationnelle fait également l'objet de la Déclaration de Bâle pour une gestion écologiquement rationnelle, adoptée en 1999, lors de la cinquième réunion de la Conférence des Parties à la Convention de Bâle. La Déclaration appelle les Parties à intensifier et renforcer leurs efforts et la coopération pour parvenir à une gestion écologiquement rationnelle, notamment dans les domaines suivants : prévention, réduction au minimum, recyclage, récupération et élimination des déchets dangereux et autres déchets visés par la Convention de Bâle, compte tenu des aspects sociaux, techniques et économiques; et réduction plus poussée des mouvements transfrontières de déchets dangereux et autres déchets visés par la Convention de Bâle.

39. Aux termes de la Déclaration, un certain nombre d'activités devraient être menées dans ce cadre, notamment les suivantes :

- a) Identification et quantification des types de déchets produits au niveau national;
- b) Recours aux meilleures pratiques pour éviter ou réduire au minimum la production de déchets dangereux et réduire leur toxicité, notamment par la mise en œuvre de méthodes ou démarches de production moins polluantes; et
- c) Mise en place de sites ou d'installations agréés pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets et, en particulier, des déchets dangereux.

2. Convention de Stockholm

40. Le terme « gestion écologiquement rationnelle » n'est pas défini dans la Convention de Stockholm. Les méthodes écologiquement rationnelles d'élimination des déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances doivent cependant être déterminées par la Conférence des Parties, en coopération avec les organes appropriés de la Convention de Bâle.¹⁶

3. Organisation de coopération et de développement économiques

41. L'OCDE a adopté une recommandation relative à la gestion écologique des déchets qui comprend divers éléments, et notamment les critères de performance de base des orientations pour la gestion écologique des déchets applicables aux installations de récupération des déchets, qui incluent des critères de performance en amont de la collecte, du transport, du traitement et du stockage, ainsi que des critères intervenant en aval du stockage, du traitement et de l'élimination des résidus correspondants.¹⁷

42. Les critères de performance de base sont les suivants :

- a) L'installation devrait s'inscrire dans un système de gestion de l'environnement;
- b) L'installation devrait prendre les mesures permettant de garantir l'hygiène et la sécurité au travail et dans l'environnement;
- c) L'installation devrait avoir un programme adapté de mesures, de relevés et de rapports;
- d) L'installation devrait disposer d'un programme de formation adapté pour le personnel;
- e) L'installation devrait avoir un plan d'intervention d'urgence approprié;
- f) L'installation devrait avoir un plan de fermeture et de suivi.

B. Cadre législatif et réglementaire

43. Les Parties aux conventions de Bâle et de Stockholm devraient examiner les mesures de réglementation, normes et procédures nationales afin de s'assurer qu'elles sont conformes aux dispositions de ces conventions et aux obligations qu'elles créent, en particulier celles qui ont trait à la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances.

44. La plupart des pays disposent déjà, sous une forme ou une autre, d'un cadre législatif définissant des principes, pouvoirs et droits généraux en matière de protection de l'environnement. Idéalement, les législations nationales en matière d'environnement devraient comporter des prescriptions relatives à la protection aussi bien de la santé humaine que de l'environnement. Une telle législation habilitante peut donner au gouvernement le pouvoir de promulguer des règles et règlements spécifiques, de les faire appliquer effectivement, de procéder à des inspections et de sanctionner les violations.

¹⁶ Les Parties devraient consulter la référence « PNUE, 2003 » à l'Annexe V, Bibliographie.

¹⁷ Voir OCDE, 2004 à l'Annexe V, Bibliographie.

45. La législation relative aux déchets dangereux devrait définir les déchets en question. Ceux-ci devraient inclure les déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances à des niveaux supérieurs à la faible teneur en POP visée à la section III A. Le texte pourrait en outre définir la gestion écologiquement rationnelle et exiger le respect des principes de cette dernière afin de faire en sorte que les pays satisfassent aux dispositions concernant la gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances et, en particulier leur élimination écologiquement rationnelle telle que la décrivent les présentes directives et la Convention de Stockholm. Les composantes ou caractéristiques spécifiques d'un cadre réglementaire répondant aux exigences des conventions de Bâle et de Stockholm et des autres accords internationaux sont examinées ci-après.¹⁸

1. Délais d'élimination de la production et de l'utilisation des POP

46. Un lien devrait être établi dans la législation entre la date d'arrêt de la production et de l'utilisation¹⁹ d'un POP (y compris dans des produits ou articles) et celle de son élimination une fois qu'il est réduit à l'état de déchet. Il faudrait notamment fixer un délai pour l'élimination des déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances afin de prévenir la constitution de stocks importants pour lesquels il n'y aurait pas de date d'élimination bien définie.

2. Prescriptions applicables aux mouvements transfrontières²⁰

47. Les déchets dangereux et autres déchets devraient, dans la mesure où cela est compatible avec leur gestion écologiquement rationnelle, être éliminés dans le pays où ils ont été produits. Les mouvements transfrontières de ce type de déchets ne sont autorisés que dans les conditions suivantes :

- a) S'ils sont réalisés dans des conditions ne présentant pas de danger pour la santé humaine et l'environnement;
- b) Si les exportations sont gérées de façon écologiquement rationnelle dans le pays d'importation ou ailleurs;
- c) Si le pays d'exportation ne dispose pas des capacités techniques et installations nécessaires pour éliminer les déchets en question de façon efficace et écologiquement rationnelle;
- d) Si les déchets en question sont destinés à être utilisés comme matière première pour des industries de recyclage ou de récupération dans le pays d'importation; ou
- e) Si ces mouvements transfrontières répondent à d'autres critères arrêtés par les Parties.

48. Tout mouvement transfrontière de déchets dangereux et autres déchets est soumis à notification écrite préalable du pays d'exportation et au consentement écrit préalable du pays d'importation et, s'il y a lieu, des pays de transit. Les Parties interdiront l'exportation de déchets dangereux et autres déchets si le pays d'importation interdit l'importation de ce type de déchets. La Convention de Bâle exige également que des informations relatives à tout mouvement transfrontières envisagé soient fournies en utilisant le formulaire de notification accepté et que l'expédition approuvée soit accompagnée d'un document de mouvement depuis le lieu d'origine du mouvement transfrontière jusqu'au lieu d'élimination.

49. De plus, les déchets dangereux et autres déchets faisant l'objet de mouvements transfrontières devraient être emballés, étiquetés et transportés conformément aux règles et normes internationales.²¹

¹⁸ Pour de plus amples informations sur les cadres réglementaires conformes à la Convention de Bâle, on se reportera aux documents suivants : Model National Legislation on the Management of Hazardous Wastes and Other Wastes as well as on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Other Wastes and their Disposal (PNUE, 1995a), Basel Convention : Manual for Implementation (PNUE, 1995b) et Basel Convention : Guide to the Control System (PNUE, 1998a). Les Parties à la Convention de Stockholm devraient également consulter le document intitulé « Directives pour l'élaboration des plans nationaux de mise en œuvre de la Convention de Stockholm » (PNUE, 2005). Voir Annexe V, Bibliographie.

¹⁹ Il convient de noter que les première et deuxième parties de l'Annexe A de même que l'Annexe B de la Convention de Stockholm mentionnent l'élimination et la limitation de la production et de l'utilisation des polluants organiques persistants.

²⁰ Ceci ne s'applique qu'aux Parties à la Convention de Bâle.

²¹ A cet égard, il conviendrait d'utiliser les Recommandations des Nations Unies relatives au transport des marchandises dangereuses (Réglement type) (CEE-ONU, 2003a – voir Annexe V, Bibliographie), ou des versions ultérieures.

50. Lorsqu'un mouvement transfrontière de déchets dangereux et autres déchets auquel les pays concernés ont consenti ne peut pas être mené à terme, le pays d'exportation veillera à ce que les déchets soient réintroduits dans le pays d'exportation en vue de leur élimination si d'autres dispositions ne peuvent pas être prises. En cas de trafic illicite (tel que défini au paragraphe 1 de l'article 9), le pays d'exportation veillera à ce que les déchets en question soient repris dans le pays d'exportation en vue de leur élimination ou éliminés d'une autre manière conformément aux dispositions de la Convention de Bâle.

51. Aucun mouvement transfrontière de déchets dangereux ou d'autres déchets n'est autorisé entre une Partie et une non-Partie à la Convention de Bâle, à moins que celles-ci n'aient conclu un accord bilatéral, multilatéral ou régional, conformément aux dispositions de l'article 11 de la Convention de Bâle.

3. Spécifications relatives aux conteneurs, équipements, récipients de vrac et sites de stockage contenant des POP

52. Pour satisfaire aux exigences de la gestion écologiquement rationnelle et aux dispositions spécifiques des Conventions de Bâle et de Stockholm (notamment au paragraphe 7 de l'article 4 de la Convention de Bâle et au paragraphe 1 de l'article 6 de la Convention de Stockholm), les Parties peuvent avoir à promulguer une législation spécifique décrivant les types de conteneurs et de zones de stockage admissibles pour des POP donnés.²² Les Parties devraient s'assurer que les conteneurs susceptibles d'être transportés dans un autre pays satisfont aux normes internationales comme celles édictées par l'Association du transport aérien international (IATA), l'Organisation maritime internationale (OMI) et l'Organisation internationale de normalisation (ISO).

4. Santé et sécurité²³

53. Ni la Convention de Bâle, ni la Convention de Stockholm n'exige expressément que les Parties disposent d'une législation relative à la santé et à la sécurité des travailleurs. Il faudrait cependant adopter une approche législative pour protéger les travailleurs contre une exposition éventuelle à des POP. Les dispositions devraient notamment comporter des prescriptions relatives à l'étiquetage convenable des produits et à l'identification des méthodes d'élimination appropriées.

54. La plupart des pays ont d'ores et déjà pris des dispositions relatives à la santé et à la sécurité des travailleurs, soit dans leur législation du travail, soit dans une législation spécifique concernant la santé humaine ou l'environnement. Les Parties devraient réexaminer leur législation existante pour s'assurer qu'elle couvre convenablement les POP et tient compte des aspects pertinents des accords internationaux. La santé et la sécurité des travailleurs constituent un domaine relativement évolué, et il existe un grand nombre de directives et d'ouvrages qui peuvent aider à planifier ou à réviser la législation, la politique et les directives techniques.

55. A l'alinéa e) du paragraphe 1 de l'article 10 (« Information, sensibilisation et éducation du public »), la Convention de Stockholm invite les Parties à favoriser et faciliter la formation de travailleurs, de scientifiques, d'éducateurs et de personnels technique et de direction. La législation nationale en matière de santé et de sécurité devrait comporter des dispositions relatives à la sécurité dans la manipulation et le stockage de déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances.

5. Spécification des méthodes d'analyse et d'échantillonnage admises pour les POP

56. De nombreuses méthodes d'échantillonnage et d'analyse différentes ont été élaborées à des fins diverses. Des données fiables et utiles ne peuvent être obtenues que si des méthodes d'échantillonnage et d'analyse adaptées aux déchets sont mises en œuvre. Toutes les Parties aux conventions de Bâle et de Stockholm devraient disposer d'une législation ou de directives rigoureuses spécifiant les méthodes d'échantillonnage et d'analyse admises pour chaque déchet POP, en fonction, notamment, de la forme sous laquelle il se présente et de la matrice. Les procédures spécifiées devraient être acceptées au niveau international, afin que les résultats indiqués soient comparables. Pour plus de précisions, voir la section E du présent chapitre.

²² Les Parties devraient consulter les directives de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) relatives au stockage des pesticides et des pesticides à l'état de déchets (FAO, 1996 – voir Annexe V, Bibliographie).

²³ Voir aussi la section IV.I.

6. Prescriptions applicables aux installations de traitement et d'élimination des déchets dangereux

57. La plupart des pays disposent d'une législation exigeant que les installations de traitement et d'élimination des déchets soient agréées avant leur mise en service. Les agréments peuvent énoncer des conditions spécifiques à respecter pour qu'ils restent valides. Il peut être nécessaire d'y ajouter des prescriptions particulières pour les déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances, afin de satisfaire aux exigences de la gestion écologiquement rationnelle et de respecter les prescriptions spécifiques des conventions de Bâle et de Stockholm.

7. Exigence générale en matière de participation du public

58. La participation du public est un principe clé de la Déclaration de Bâle pour une gestion écologiquement rationnelle, ainsi que de nombreux autres accords internationaux. La participation du public dont il est question dans la section IV.K ci-après peut être prise en compte dans la législation ou la politique.

8. Sites contaminés

59. Des dispositions prévoyant l'élaboration d'un inventaire des sites contaminés et la décontamination de ces sites de manière écologiquement rationnelle (alinéa e) du paragraphe 1 de l'article 6 de la Convention de Stockholm) peuvent être incluses dans la législation.

9. Autres mesures de réglementation

60. Les autres aspects de la gestion du cycle de vie des déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances qui pourraient devoir faire l'objet de dispositions législatives sont par exemple les suivants :

- a) Dispositions et prescriptions relatives au choix des sites pour le stockage, la manipulation, la collecte et le transport des déchets;
- b) Prescriptions en matière de déclassement, couvrant en particulier :
 - i) L'inspection avant et pendant le déclassement;
 - ii) Les procédures à suivre pour protéger la santé des travailleurs et du public ainsi que l'environnement lors du déclassement;
 - iii) Les prescriptions applicables au site après déclassement;
- c) Plans d'urgence pour les interventions en cas de déversement et d'accident, et notamment :
 - i) Procédures de nettoyage et concentrations à atteindre après nettoyage;
 - ii) Exigences en matière de formation et de sécurité des travailleurs;
 - iii) Plans de prévention, de réduction au minimum et de gestion des déchets.

C. Prévention et réduction au minimum des déchets

61. La prévention et la réduction au minimum des déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances constituent l'étape initiale, et la plus importante, de la gestion écologiquement rationnelle de ce type de déchets. Au paragraphe 2 de l'article 4, la Convention de Bâle invite les Parties à « veiller à ce que la production de déchets dangereux et d'autres déchets à l'intérieur du pays soit réduite au minimum. »

62. Un programme de prévention et de réduction au minimum des déchets comporte notamment les éléments suivants :

- a) Identification des procédés donnant lieu à une production non intentionnelle de POP et détermination de l'applicabilité ou non des Directives de la Convention de Stockholm concernant les meilleures techniques disponibles et les meilleures pratiques environnementales;
- b) Identification des procédés utilisant des POP et produisant des déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances afin :
 - i) D'établir si des modifications de ces procédés, telles que la modernisation d'équipements anciens, permettraient de réduire la production de déchets, et
 - ii) De trouver des procédés de substitution ne produisant pas de déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances;

- c) Identification des produits et articles constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances et de produits de substitution exempts de POP; et
- d) Réduction au minimum du volume de déchets produits, grâce à :
 - i) Une maintenance régulière des équipements en vue d'accroître leur efficacité et de prévenir les risques de déversement ou de fuite;
 - ii) Un confinement rapide des déversements et des fuites;
 - iii) Une décontamination des conteneurs et équipements dans lesquels se trouvent des déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances;
 - iv) L'isolement des déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances afin de prévenir la contamination d'autres matières.

63. Les producteurs de déchets et, en aval, les principaux utilisateurs industriels de produits et articles contenant des POP (fabricants de pesticides, par exemple) pourraient être tenus d'élaborer des plans de gestion des déchets. Ces plans devraient couvrir tous les déchets dangereux, les déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances étant traités comme un volet de ces plans.

64. Le fait de diluer des déchets ayant une teneur en POP supérieure à un taux défini comme faible dans d'autres matériaux afin d'obtenir un mélange doté d'une teneur en POP inférieure à ce taux n'est pas une pratique écologiquement rationnelle. Toutefois, une telle dilution préalable peut être nécessaire pour optimiser l'efficacité de leur traitement.

D. Identification et inventaires

1. Identification

65. En vertu du paragraphe 1 de l'article 6 de la Convention de Stockholm, il faut :

- a) Identifier les stocks constitués de substances chimiques inscrites à l'Annexe A ou à l'Annexe B, ou en contenant ; et
- b) Elaborer des stratégies appropriées pour identifier les produits et articles en circulation et les déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances.

66. Les déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances se présentent sous la forme de solides ou de liquides (aqueux, semi-aqueux, à base de solvants ou de type émulsion) et peuvent être rejetés sous forme de gaz (gaz seuls, en dispersion dans un liquide ou sous la forme d'aérosols, ou adsorbés sur des polluants atmosphériques).

67. Les déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances sont produits principalement à la suite d'activités humaines, en particulier :

- a) Lors d'une fabrication intentionnelle;
- b) Comme sous-produits de processus industriels ou autres;
- c) Par contamination de matériaux ou de l'environnement à la suite d'accidents ou de fuites pouvant survenir au moment de la production, de la vente, de l'utilisation, de la désaffectation, de l'élimination ou du transfert;
- d) Par contamination de matières ou de l'environnement lors de la manipulation et de l'utilisation de produits et articles tels que conteneurs, vêtements et, dans certains cas, équipements (masques à gaz, etc.) qui ont été contaminés par contact avec un pesticide;
- e) Lorsque des produits ou articles contaminés par des POP ne sont plus conformes aux spécifications, ne sont plus adaptés à l'usage prévu ou sont mis au rebut; et
- f) Lorsque des produits ont été proscrits ou interdits ou que leur homologation a été retirée.

68. Pour l'identification des déchets, il est essentiel de connaître les produits ou articles constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances, et notamment les fabricants, les appellations commerciales et les synonymes, et de savoir quand ils ont été fabriqués, comment ils ont été utilisés et par qui. La liste des catégories de sources de POP produits non intentionnellement qui figure dans l'Annexe C de la Convention de Stockholm devrait aider les cadres de l'industrie et les responsables de la réglementation ainsi que le public à identifier les déchets constitués de tels POP produits non intentionnellement, en contenant ou contaminés par ces derniers.

2. Inventaires

69. Les plans nationaux de mise en œuvre de la Convention de Stockholm devront prévoir un inventaire national. Aux fins de la gestion écologiquement rationnelle des déchets, il se peut qu'un inventaire plus spécifique et plus complet soit nécessaire. Cet inventaire se fait normalement selon un processus itératif. Des orientations plus détaillées sont fournies dans les paragraphes qui suivent.

70. Les inventaires sont un outil important d'identification, de quantification et de caractérisation des déchets. Les inventaires nationaux peuvent servir à :

- a) Fournir un point de référence quant aux quantités de produits, articles et déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances;
- b) Etablir un registre d'information destiné à faciliter les contrôles de sécurité et les inspections réglementaires;
- c) Obtenir les informations précises nécessaires pour établir des plans de stabilisation sur site;
- d) Aider à élaborer des plans d'intervention d'urgence;
- e) Suivre les progrès faits en matière de réduction au minimum et d'élimination des POP.

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

72. Un inventaire devrait, s'il y a lieu, contenir des données sur :

- a) La production de POP dans le pays;
- b) Les importations/exportations de produits et articles constitués de POP ou en contenant;
- c) L'élimination des déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances;
- d) Les importations/exportations de tels déchets.

73. L'établissement de l'inventaire national des POP exige une coopération entre l'autorité compétente et les producteurs, les utilisateurs, les transporteurs, les administrations des douanes, les éliminateurs de déchets et les correspondants nationaux pour les conventions de Bâle et de Stockholm. Il exige également un engagement à long terme des pouvoirs publics, une coopération des détenteurs et fabricants de POP, une procédure administrative bien conçue pour la collecte continue d'informations et un système de base de données informatisé pour le stockage des informations. 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 gouvernementaux.

74. Lors d'un tel inventaire, il faut commencer par examiner les types d'industries et de sites qui pourraient avoir utilisé des POP. Cela devrait aider à se faire une idée de l'ampleur de la tâche et à dresser une liste préliminaire des détenteurs possibles. Si des POP ont été produits ou importés dans le pays, les industries concernées devraient en outre être associées aux consultations initiales. Les entreprises pourraient être en mesure d'estimer, voire de chiffrer précisément, les quantités de produits qui ont été utilisées dans le pays. Ces estimations peuvent être très précieuses pour déterminer quelle part d'un produit chimique donné a été prise en compte dans un inventaire. Dans certains cas, il est malheureusement possible que ces données n'aient pas été conservées.

75. L'établissement d'un inventaire comporte cinq étapes essentielles, qui sont exposées ci-après.

Première étape : concertation avec les secteurs clés de l'industrie et les associations : les représentants des pouvoirs publics devraient rencontrer les représentants des industries susceptibles de détenir de grandes quantités de produits, articles ou déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances, ainsi que les anciens producteurs et distributeurs. Ce sont probablement les secteurs de la chimie, de l'agriculture, de l'électricité et d'autres grands secteurs industriels qui sont en possession ou ont connaissance d'une forte proportion des quantités totales de POP du pays, et il faudrait les consulter en premier. Les représentants des pouvoirs publics devraient également rencontrer des représentants d'organisations non gouvernementales afin de solliciter leur concours.

Deuxième étape : formation du personnel : les fonctionnaires chargés de l'inventaire devraient être formés à toutes les questions ayant trait aux produits, articles et déchets. Leur formation devrait porter principalement sur les éléments suivants : identification des produits, articles et déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances; audits et inspections; santé et sécurité; et procédures d'établissement et de tenue des inventaires.

Troisième étape : conduite de plusieurs audits tests : le personnel de l'administration devrait visiter plusieurs installations. Ces visites devraient avoir trois objectifs : premièrement, permettre à ce personnel de se familiariser avec le processus d'inventaire et les conditions réelles sur les sites; deuxièmement, constituer une autre forme de consultation de l'industrie; et, troisièmement, fournir certaines informations qui pourront être utilisées comme données tests pour l'élaboration de l'inventaire national.

Quatrième étape : élaboration d'une politique ou d'une réglementation faisant obligation aux détenteurs de déclarer les POP en leur possession : un projet de politique ou de réglementation relative au suivi des POP et à la communication d'informations aux pouvoirs publics à des fins d'inventaire devrait être élaboré. Cette politique ou réglementation devrait stipuler qu'il faudra communiquer initialement des données avant une certaine date et, par la suite, en cas de changements apportés aux inventaires par les détenteurs ou en cas d'élimination de produits. Les informations spécifiques suivantes devraient notamment être demandées pour chaque élément de l'inventaire :

- a) Nom ou description de chaque produit, article ou déchet;
- b) Etat physique (liquide, solide, boue, gaz);
- c) Masse du conteneur ou de l'appareil (le cas échéant);
- d) Masse des matières constituées de POP, en contenant ou contaminé par ces substances;
- e) Nombre de conteneurs ou d'appareils similaires;
- f) Concentration de POP dans le produit, l'article ou le déchet;
- g) Autres risques liés à la matière (combustible, corrosive, inflammable, etc.);
- h) Emplacement;
- i) Information sur le détenteur;
- j) Etiquettes d'identification, numéros de série, marques, etc.;
- k) Date d'inscription à l'inventaire; et
- l) Date de retrait de l'inventaire et devenir (le cas échéant).

Cinquième étape : mise en application du plan : avant que l'obligation de communiquer des informations sur les stocks ne prenne effet, il faudrait créer une base de données pour l'inventaire national. L'inventaire central établi par les pouvoirs publics devrait être mis à jour à mesure que de nouvelles informations sont reçues. Les pouvoirs publics peuvent aider les détenteurs en leur fournissant des informations et des avis. Des inspections sur site devraient contribuer à garantir l'exactitude des données de l'inventaire.²⁴

76. En outre, il convient de noter que le Protocole de 2003 sur les registres des rejets et transferts de polluants annexé à la Convention d'Aarhus sur l'accès à l'information, la participation du public au processus décisionnel et l'accès à la justice en matière d'environnement adoptée en 1998 par la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe (CEE-ONU) comporte des dispositions relatives aux inventaires qui peuvent s'appliquer aux POP.

²⁴ On trouvera de plus amples informations sur les inventaires dans le document intitulé « Methodological Guide for the Undertaking of National Inventories of Hazardous Wastes Within the Framework of the Basel Convention » (voir PNUE, 2000a, à l'Annexe V, Bibliographie).

E. Echantillonnage, analyse et surveillance

77. L'échantillonnage, l'analyse et la surveillance sont des composantes clés de la gestion des déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances, et devraient être considérés comme hautement prioritaires dans l'optique tant du renforcement des capacités dans les pays en développement que de leur mise en œuvre. Ils devraient être assurés par des spécialistes dûment formés, selon un plan bien conçu et au moyen de méthodes acceptées au niveau international et approuvées au niveau national, les mêmes méthodes étant appliquées à chaque fois pendant toute la durée du programme. Ils devraient en outre faire l'objet de mesures strictes d'assurance et de contrôle de la qualité. Des erreurs lors de l'échantillonnage, de l'analyse ou de la surveillance, ou des écarts par rapport aux procédures normales, peuvent se traduire par des données dénuées d'intérêt, voire dommageables pour le programme. Chaque Partie devrait donc, selon qu'il convient, veiller à la mise en place des formations, des protocoles et des capacités de laboratoire nécessaires en la matière ainsi qu'à l'application des normes.

78. Comme on peut être amené à échantillonner, analyser et surveiller pour des raisons diverses et que les déchets peuvent se présenter sous de très nombreuses formes différentes, il existe des centaines de méthodes utilisables pour l'échantillonnage, l'analyse et la surveillance. Il n'entre pas dans le cadre du présent document d'examiner ne serait-ce que quelques-unes des méthodes actuelles. Les trois sections ci-après traiteront néanmoins des aspects essentiels de l'échantillonnage, de l'analyse et de la surveillance.

79. Pour plus d'informations sur les bonnes pratiques de laboratoire, on peut se reporter à la série d'ouvrages publiée par l'OCDE (OCDE, diverses années); en ce qui concerne les considérations méthodologiques générales, on peut utiliser le document d'orientation pour un Programme mondial de surveillance des POP (PNUE, 2004a); et on peut obtenir des renseignements supplémentaires sur l'analyse des POP auprès du projet du PNUE/Fonds pour l'environnement mondial (FEM) sur les besoins de capacité en matière d'analyse des POP, que l'on peut consulter à l'adresse www.chem.unep.ch/pops/laboratory/default.htm

1. Echantillonnage²⁵

80. L'objectif global de toute activité d'échantillonnage est d'obtenir un échantillon convenant à l'utilisation envisagée, laquelle peut être, par exemple, la caractérisation de site, le contrôle de la conformité aux normes réglementaires ou la vérification de l'aptitude à subir un certain mode de traitement ou d'élimination. Il convient de définir l'objectif visé avant de procéder à l'échantillonnage. C'est indispensable si on veut pouvoir répondre aux exigences qualitatives en matière de matériel, de transport et de traçabilité.

81. Il convient d'élaborer des procédures d'échantillonnage standard et de se mettre d'accord sur ces dernières avant le commencement de la campagne d'échantillonnage (que celui-ci se fasse de façon matricielle ou par POP). Ces procédures devraient, entre autres, préciser les points suivants :

- a) Nombre d'échantillons à prélever, fréquence d'échantillonnage, durée de la campagne et description de la méthode de prélèvement (à l'inclusion des procédures d'assurance qualité telles que le prélèvement d'échantillons de référence et l'établissement d'une chaîne de responsabilité);
- b) Endroit ou sites et périodes où s'effectuent les prélèvements (avec description géographique des points d'échantillonnage);
- c) Identité des échantillonneurs et conditions dans lesquelles les prélèvements se sont déroulés;
- d) Caractéristiques détaillées et étiquetage des échantillons;
- e) Mesures de préservation de l'intégrité des échantillons durant le transport et le stockage (avant leur analyse);
- f) Coopération étroite entre les échantillonneurs et le laboratoire d'analyse
- g) Formation appropriée du personnel chargé de l'échantillonnage.

²⁵ On trouvera de plus amples informations sur l'échantillonnage dans le document intitulé « RCRA Waste Sampling Draft Technical Guidance » (Agence américaine pour la protection de l'environnement, 2002, et méthode Nordtest. Voir Annexe V, Bibliographie).

82. Les prélèvements devraient se faire conformément à la législation nationale en la matière, lorsqu'une telle législation existe, ou aux règlements internationaux. Dans les pays qui ne possèdent pas de réglementation adéquate, il convient d'employer du personnel qualifié. Le processus devrait comporter les étapes suivantes :

- a) Elaboration d'une procédure opérationnelle standard pour le prélèvement d'échantillons sur chacune des matrices aux fins d'analyse ultérieure des POP;
- b) Application de procédures d'échantillonnage bien établies à l'exemple de celles élaborées par l'American Society for Testing and Materials (ASTM), l'Union européenne, l'Agence américaine pour la protection de l'environnement (EPA) et le Système mondial de surveillance continue de l'environnement;
- c) Mise en place de procédures d'assurance et de contrôle de la qualité.

83. Toutes ces étapes sont nécessaires au succès du programme d'échantillonnage. De même, la documentation devrait être très complète et rigoureuse.

84. Les prélèvements aux fins d'analyse des POP se font habituellement sur des matrices solides, liquides ou gazeuses comme, par exemple, les suivantes :

- a) Liquides :
 - i) Lixiviats provenant d'une décharge ou d'un centre d'enfouissement de déchets;
 - ii) Liquide collecté à la suite d'un déversement;
 - iii) Eau (eau superficielle, eau potable et effluents industriels);
 - iv) Fluides biologiques (sang, dans le cas d'une surveillance sanitaire des travailleurs);
- b) Solides :
 - i) Stocks, produits et préparations constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances;
 - ii) Solides provenant de sources industrielles ou de processus de traitement ou d'élimination (cendres volantes, mâchefers, boues, résidus de distillation et autres résidus, vêtements, etc.);
 - iii) Récipients, outils ou autres matériels d'emballage (prélèvement par rinçage ou essuyage);
 - iv) Sols, sédiments, gravats, boues d'épuration et composts;
- c) Gaz :
 - i) Air (intérieur).

85. Dans les programmes de surveillance de l'environnement et de la population humaine, il est possible d'y rajouter des matrices aussi bien biotiques qu'abiotiques telles que :

- a) Végétaux et aliments;
- b) Lait maternel ou sang humain;
- c) Air (ambiant, dépôts humides ou secs ou, éventuellement, neige).

2. Analyse

86. Le terme « analyse » désigne l'extraction, la purification, la séparation, l'identification, la quantification et le compte rendu des POP contenus dans la matrice étudiée. Pour pouvoir obtenir des résultats significatifs et acceptables, il faut que le laboratoire d'analyse possède l'infrastructure nécessaire (installations) et une expérience avérée de la matrice et du POP considérés (par exemple, participation réussie à des études internationales d'étalonnage mutuel). Il est important qu'il soit accrédité et certifié conforme aux normes ISO 17025 ou à d'autres normes par un organisme indépendant. Les critères suivants sont indispensables à l'obtention de résultats de bonne qualité :

- a) Spécifications de la technique d'analyse ;
- b) Entretien du matériel d'analyse;
- c) Validation de toutes les méthodes utilisées (en particulier les méthodes internes) ;
- d) Formation du personnel.

87. L'analyse des POP s'effectue en règle générale dans un laboratoire spécialisé. Des trousseaux d'analyse permettent, dans certaines situations, de faire des tests sur le terrain.
88. L'analyse en laboratoire ne suit aucun procédé particulier. L'Organisation internationale de normalisation (ISO), le Comité européen de normalisation (CEN), l'Agence américaine pour la protection de l'environnement (EPA), AOAC et l'American Society for Testing and Materials (ASTM) ont, tous, élaboré des méthodes d'analyse des POP pour diverses matrices. L'Annexe III en contient quelques exemples. La plupart des méthodes internes en sont des variantes. Une fois validées, elles sont également acceptables.
89. Par ailleurs, il convient de mettre en place des procédures et des critères d'acceptation pour la manipulation et la préparation en laboratoire (par exemple, homogénéisation) des échantillons.
90. La détermination analytique comporte, entre autres, les étapes suivantes :
- a) Extraction à l'aide, par exemple, d'un extracteur de Soxhlet, de la méthode d'extraction accélérée par solvant (ASE), de celle d'extraction liquide-liquide, etc.
 - b) Purification, par exemple, par chromatographie sur colonne ou Florisil. Cette purification devrait être suffisamment efficace pour empêcher la matrice d'influencer la rétention chromatographique;
 - c) Séparation par chromatographie en phase gazeuse capillaire (CPGC) qui permet d'obtenir une séparation suffisante des analytes;
 - d) Identification à l'aide d'un détecteur approprié (détecteur à capture d'électron (DCE) ou détecteur sélectif de masse) ou d'un spectromètre de masse à faible ou à haute résolution;
 - e) Quantification selon la méthode interne standard (pour référence, voir PNUE 2004a, PNUE 2006);
 - f) Compte rendu conformément à la réglementation en vigueur.

3. Surveillance

91. Aux termes de l'alinéa b) du paragraphe 2 de l'article 10 (« Coopération internationale ») de la Convention de Bâle, les Parties doivent coopérer « en vue de surveiller les effets de la gestion des déchets dangereux sur la santé humaine et l'environnement ». En vertu du paragraphe 1 de l'article 11 de la Convention de Stockholm, les Parties doivent encourager et/ou entreprendre des activités appropriées de surveillance concernant les POP. Les programmes de surveillance devraient permettre de déterminer si une opération de gestion des déchets dangereux donne les résultats prévus à la conception et de détecter les changements causés par l'opération dans la qualité de l'environnement. Les informations obtenues devraient être utilisées pour s'assurer que l'opération de gestion des déchets dangereux porte bien sur les types de déchets prévus, mettre en évidence tout dommage éventuel et y remédier, et déterminer si une autre démarche de gestion s'imposerait. La mise en œuvre d'un programme de surveillance permet aux gestionnaires d'installations d'identifier les problèmes et de prendre des mesures appropriées pour y remédier.²⁶

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

92. La manipulation, la collecte, l'emballage, l'étiquetage, le transport et le stockage sont des étapes critiques, le risque de déversement accidentel, de fuite ou d'incendie (lors de la préparation au stockage ou à l'élimination, par exemple) étant au moins aussi élevé qu'à d'autres moments.
93. Pour le transport et les mouvements transfrontières de déchets dangereux, il faudrait consulter les documents suivants :
- a) « Basel Convention : Manual for Implementation » (PNUE, 1995);
 - b) Code maritime international des marchandises dangereuses (Organisation maritime internationale (OMI), 2002);
 - c) Instructions techniques pour la sécurité du transport aérien des marchandises dangereuses publiées par l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI);

²⁶ On trouvera de plus amples informations sur la surveillance dans le Document de référence sur les principes généraux de surveillance (Commission européenne 2003) et le document intitulé « Guidance for a Global Monitoring Programme for Persistent Organic Pollutants » (PNUE, 2004a). Voir Annexe V, Bibliographie.

d) Réglementation pour le transport des marchandises dangereuses de l'Association du transport aérien international (IATA) et Recommandations des Nations Unies relatives au transport des marchandises dangereuses – Règlement type (Livre orange).

94. Pour les sections 1 à 6 ci-dessous, des informations détaillées sont disponibles dans l'ouvrage intitulé « Destruction and Decontamination Technologies for PCBs and other POPs wastes under the Basel Convention, a Training Manual for Hazardous Waste Project Managers », volumes A et B, qui a été publié par le secrétariat de la Convention de Bâle (PNUE, 2002).

95. Les déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances qui ont une teneur en POP supérieure à la faible teneur visée à la section III.A devraient être gérés comme des déchets dangereux afin d'empêcher que des déversements et des fuites n'entraînent une exposition des travailleurs, des rejets dans l'environnement et une exposition du public.

1. Manipulation²⁷

96. Les principaux sujets de préoccupation liés à la manipulation des déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces derniers sont l'exposition humaine, le rejet accidentel dans l'environnement et la contamination d'autres flux de déchets par les POP. Ces déchets devraient être manipulés séparément des autres types de déchets, afin de prévenir la contamination de ceux-ci. On recommande à cet égard les pratiques suivantes, parmi d'autres :

- a) Inspection des contenants en vue de détecter les fuites, trous, signes de corrosion ou élévations de température éventuels suivis, le cas échéant, d'un réemballage et d'un étiquetage appropriés des produits;
- 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 qui pourraient être déversés;
- d) Mise en place de bâches plastiques ou de tapis absorbants sous les contenants avant leur ouverture si la surface de la zone de confinement 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 tuyau adéquat résistant aux agents chimiques;
- f) Utilisation de pompes, tuyaux et fûts spécifiques, réservés à cet usage, pour le transfert des déchets liquides;
- g) Nettoyage de tout produit déversé avec des chiffons, des serviettes en papier ou un absorbant;
- h) Triple rinçage des surfaces contaminées avec un solvant comme le kérosène;
- i) Traitement de tous les absorbants et du solvant utilisé pour le triple rinçage, ainsi que des vêtements de protection jetables et des bâches plastiques, comme des déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces derniers, le cas échéant.

97. Il convient de former le personnel aux manières correctes de manipuler les déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par de telles substances.

2. Collecte

98. Les grandes entreprises peuvent être tenues d'assurer une bonne gestion des déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances qu'elles produisent ou qu'elles détiennent, mais un grand nombre de petites entités possèdent aussi des déchets de ce type. Les déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances qui sont détenus par de petites entités peuvent être, par exemple, des pesticides en quantités domestiques ou industrielles, des ballasts d'éclairage fluorescent aux PCB, de petites boîtes de produits à base de pentachlorophénol pour le traitement du bois contaminés par des PCDD et des PCDF, de petites quantités de POP « purs » détenus dans des laboratoires et centres de recherche ou des graines enrobées de pesticides pour l'agriculture ou la recherche. Pour gérer cet assortiment de déchets dangereux dispersés, de nombreux gouvernements ont créé des dépôts où de petites quantités de déchets de ce type peuvent être déposées gratuitement ou

²⁷ Des directives sur la manipulation sans risque des produits dangereux et la prévention des accidents ont notamment été publiées par l'Organisation internationale du Travail (1999a et 1999b) et l'OCDE (2003). Voir Annexe V, Bibliographie.

pour une somme minime par leurs détenteurs. Il s'agit de dépôts permanents ou temporaires qui peuvent être situés dans des stations commerciales de transfert de déchets dangereux. Les dépôts et stations de transfert de déchets peuvent être établis au niveau régional par des groupes de pays, ou être mis à la disposition d'un pays en développement par un pays développé.

99. Aux fins de la mise en place et de la gestion de programmes de collecte, de dépôts et de stations de transfert de déchets, il convient :

- a) De faire connaître le programme, l'emplacement des dépôts et les horaires de collecte à tous les détenteurs potentiels de déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances;
- b) De maintenir les programmes de collecte pendant suffisamment longtemps pour collecter tous les déchets potentiels constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances;²⁸
- c) D'inclure dans le programme, dans la mesure du possible, tous les déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances;
- d) De mettre à la disposition des détenteurs de déchets des récipients adéquats et des matériaux de transport sûrs pour les déchets pouvant nécessiter un réemballage ou des mesures de sécurité en vue du transport;
- e) D'instaurer des mécanismes de collecte simples et peu coûteux;
- f) D'assurer la sécurité des personnes apportant des déchets aux dépôts et du personnel des dépôts;
- g) De veiller à ce que les exploitants des dépôts utilisent une méthode d'élimination acceptée;
- h) De veiller à ce que le programme et les installations soient conformes à toutes les prescriptions réglementaires applicables; et
- i) De veiller à ce que les déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances soient séparés des autres flux de déchets.

3. Emballage

100. Les déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances devraient être emballés convenablement de façon à faciliter le transport et à titre de mesure de sécurité destinée à réduire le risque de fuites ou de déversements. On distingue deux catégories d'emballages pour les déchets dangereux : les emballages de transport et les emballage de stockage.

101. L'emballage aux fins du transport est souvent réglementé par une législation nationale sur le transport des marchandises dangereuses. Pour les spécifications relatives à l'emballage aux fins du transport, le lecteur devrait consulter les documents de référence publics par l'IATA, l'OMI, la CEE-ONU et les gouvernements.

102. On trouvera ci-après quelques préceptes généraux concernant l'emballage des déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances :

- a) Un emballage qui est acceptable pour le transport convient le plus souvent pour le stockage;
- b) Les déchets de ce type qui se trouvent dans l'emballage d'origine du produit peuvent généralement être stockés en toute sécurité si cet emballage est en bon état;
- c) Ces déchets ne devraient jamais être stockés dans des emballages de produit qui n'ont pas été conçus pour contenir de tels déchets ou qui portent des étiquettes n'identifiant pas correctement le contenu;
- d) Les emballages en cours de détérioration ou jugés peu sûrs devraient être vidés ou placés dans un emballage extérieur (suremballage) sûr. Lorsque des emballages peu sûrs sont vidés, leur contenu devrait être placé dans des récipients appropriés, neufs ou remis en état. Ces derniers devraient porter une étiquette indiquant clairement leur contenu;

²⁸ Pour assurer une collecte complète, il peut être nécessaire que les dépôts fonctionnent de manière continue ou intermittente pendant plusieurs années.

e) Plusieurs récipients de petites dimensions peuvent être placés ensemble dans des emballages de plus grande taille adaptés ou agréés contenant un matériau absorbant;

f) Les équipements hors service contenant des POP peuvent constituer ou non un emballage adapté pour le stockage. Une évaluation de sécurité devrait être effectuée au cas par cas.

4. Etiquetage²⁹

103. L'étiquetage des produits et articles constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances est crucial pour le succès des inventaires et constitue une mesure de sécurité fondamentale pour tout système de gestion des déchets. Tout conteneur de déchets devrait porter une étiquette identifiant le conteneur lui-même (numéro d'identification, par exemple), les POP qu'il contient et le degré de risque.

5. Transport

104. Les déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances devraient être transportés de manière écologiquement rationnelle afin d'éviter les déversements accidentels et de pouvoir vérifier convenablement leurs déplacements et leur destination finale. Avant le transport, il convient de préparer des plans d'intervention d'urgence afin de réduire au minimum les impacts écologiques des éventuels déversements, incendies et autres situations d'urgence pouvant survenir au cours du transport. Les déchets transportés devraient être identifiés, emballés et manipulés conformément aux Recommandations des Nations Unies relatives au transport des marchandises dangereuses - Règlement type (Livre orange). Les convoyeurs devraient être qualifiés et/ou agréés pour le transport de matières et déchets dangereux.

105. Dans la plupart des pays, le transport de marchandises et déchets dangereux est réglementé. Les mouvements transfrontières de déchets dangereux sont régis par la Convention de Bâle.

106. Les sociétés qui convoient des déchets à l'intérieur des frontières de leur propre pays devraient être des transporteurs certifiés de matières et de déchets dangereux possédant un personnel qualifié.

107. Des directives sur la sécurité lors du transport de matières dangereuses peuvent être obtenues auprès de l'IATA, de l'OMI, et de l'OACI.

6. Stockage³⁰

108. Les déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances devraient être stockés de façon sûre, de préférence dans des zones spéciales à l'écart des autres matières et déchets. Les zones de stockage devraient être conçues de façon à prévenir les rejets de POP dans l'environnement par quelque voie que ce soit. Les locaux, zones ou bâtiments de stockage devraient être conçus par des spécialistes ayant des compétences dans les domaines de la conception des structures, de la gestion des déchets et de la santé - sécurité au travail, ou peuvent être acquis sous forme préfabriquée auprès de fournisseurs de bonne réputation.

109. Les principes de base applicables à la sécurité du stockage des déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances sont notamment les suivants :

a) Les lieux de stockage situés à l'intérieur de bâtiments multifonctions devraient se trouver dans un local ou un espace cloisonné réservé à cet effet et fermé à clé, en dehors des zones très fréquentées;

b) Les structures ou récipients disposés à l'extérieur³¹ pour le stockage exclusif de ces déchets devraient être protégés par une enceinte dotée d'une porte fermant à clé;

c) Il convient d'utiliser des zones, locaux ou bâtiments de stockage distincts pour chaque type de déchets de POP, à moins que leur stockage conjoint n'ait été approuvé expressément;

²⁹ Des normes internationales pour l'étiquetage et l'identification appropriés des déchets ont été élaborées. Des directives sur l'étiquetage et l'identification appropriés des matières dangereuses ont été publiées par la CEE-ONU (2003b) et l'OCDE (2001). Voir aussi le document intitulé « Training manual on inventory taking of obsolete pesticides », série n° 10 et référence n° X9899 (FAO, 2001) et PNUE (1995b) à l'Annexe V, Bibliographie.

³⁰ Pour de plus amples informations, voir le document intitulé « Storage of Hazardous Materials : A Technical Guide for Safe Warehousing of Hazardous Materials » (PNUE, 1993 – Annexe V, Bibliographie). Manuel sur le stockage des pesticides et le contrôle des stocks, n°3 (FAO, 1996).

³¹ On utilise souvent des conteneurs pour le stockage.

- d) Ces déchets ne devraient pas être stockés sur ou près des sites sensibles, tels que les hôpitaux et autres établissements de soins, écoles, résidences, entreprises agro-alimentaires, installations de stockage ou de préparation d'aliments pour animaux, exploitations agricoles ou installations situées à proximité ou à l'intérieur de sites écologiquement sensibles;
- e) Les locaux, bâtiments et bacs de stockage devraient être placés et maintenus dans des conditions propres à réduire au minimum la volatilisation (températures suffisamment basses, toit et revêtements extérieurs réfléchissants, emplacement ombragé, etc.). Si possible, particulièrement sous les climats chauds, il faudrait maintenir les locaux et bâtiments de stockage en dépression avec filtration au charbon des gaz dégagés, en tenant compte des conditions suivantes :
- i) La ventilation avec filtration au charbon peut s'imposer lorsque l'objectif est d'éviter d'exposer aux vapeurs ceux qui travaillent ou vivent sur le site ou à proximité de celui-ci;
 - ii) Lorsque la protection de l'environnement est l'objectif primordial, il conviendrait éventuellement d'assurer l'étanchéité et la ventilation du site, de façon à ce que seuls des gaz filtrés soient rejetés à l'extérieur;
- f) Les structures ou bacs de stockage devraient être en bon état et constitués de plastique dur ou de métal, et non de bois, panneaux de fibres, cloisons sèches, plâtre ou matériau isolant;
- g) Leur toit et le terrain environnant devraient être en pente afin d'assurer le drainage des eaux hors du site;
- h) Ils devraient être placés sur de l'asphalte, du béton ou un revêtement plastique durable (épaisseur de 6 mm, par exemple);
- i) Le sol des lieux de stockage situés à l'intérieur de bâtiments devrait être en béton ou couvert d'une matière durable (bâche plastique de 6 mm d'épaisseur, par exemple). Le béton devrait être enduit d'un revêtement polymère époxy durable;
 - j) Les sites de stockage devraient être équipés de systèmes d'alarme incendie;
 - k) Les espaces de stockage situés à l'intérieur de bâtiments devraient être équipés de systèmes d'extinction (utilisant de préférence un agent extincteur autre que l'eau). Si l'agent extincteur est de l'eau, le plancher du local de stockage devrait être entouré d'une bordure et le système de drainage du sol ne devrait pas se déverser à l'égout, dans le collecteur d'eau de pluie ou directement dans les eaux de surface, mais disposer de son propre collecteur, de type puisard, par exemple;
 - l) Les déchets liquides devraient être placés dans des bacs de rétention ou sur des aires entourées d'une bordure et étanches aux fuites. La capacité de rétention des liquides devrait être au moins égale à 125 % du volume de déchets liquides, compte tenu de l'espace occupé par les objets entreposés sur l'aire de rétention;
 - m) Les solides contaminés devraient être stockés dans des récipients scellés comme, par exemple, des fûts, seaux ou boîtes à déchets en acier (caissons amovibles), ou dans des boîtes ou bacs conçus spécialement à cette fin. Les grands volumes de matières peuvent être stockés en vrac dans des conteneurs, bâtiments ou enceintes sécurisées réservés à cette fin, à condition que ceux-ci soient conformes aux prescriptions de sûreté et de sécurité énoncées dans le présent document;
 - n) Un inventaire complet des déchets présents sur le site de stockage devrait être établi et mis à jour à mesure que les déchets arrivent ou qu'ils sont éliminés;
 - o) Une signalisation aux abords du site devrait indiquer qu'il s'agit d'un site de stockage de déchets;
 - p) Le site devrait faire l'objet d'inspections régulières portant sur les points suivants : fuites, dégradation des matériaux des conteneurs, vandalisme, intégrité des systèmes d'alarme incendie et des systèmes d'extinction et état général du site.

G. Élimination écologiquement rationnelle

1. Prétraitement

110. Cette section présente certaines des opérations de prétraitement qui peuvent être nécessaires pour une mise en œuvre appropriée et sûre des techniques d'élimination décrites dans les sous-sections 2 et 3 ci-après. On peut aussi effectuer d'autres opérations de prétraitement. Les opérations de prétraitement effectuées préalablement à l'élimination ne devraient l'être qu'à la condition que les POP séparés des déchets lors du prétraitement soient ensuite éliminés conformément à la sous-section 2. Lorsqu'une partie seulement d'un produit ou d'un déchet (matériel à l'état de déchet, par exemple) contient des POP ou est contaminée par ces substances, elle devrait être séparée puis éliminée comme indiqué dans les sous-sections 1 à 4.

a) Adsorption et absorption

111. « Sorption » est un terme général couvrant à la fois les processus d'adsorption et les processus d'absorption. La sorption est une méthode de prétraitement faisant appel à des solides pour débarrasser des liquides ou des gaz de substances qu'ils contiennent. L'adsorption consiste à séparer une substance (liquide, huile, gaz) d'une phase et à l'accumuler à la surface d'une autre substance (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 actif, par exemple).

112. Les processus d'adsorption et d'absorption peuvent être utilisés pour concentrer des contaminants et les séparer de déchets aqueux et de flux gazeux. Le concentrat et l'adsorbant ou l'absorbant peuvent nécessiter un traitement préalablement à leur élimination.

b) Déshydratation

113. La déshydratation est un processus de prétraitement qui élimine une partie de l'eau des déchets à traiter. Elle peut être employée pour les techniques d'élimination qui ne conviennent pas pour les déchets aqueux. Au-delà d'un certain niveau de température et de pression, par exemple, l'eau réagit de façon explosive en présence de sels fondus ou de sodium. Selon la nature du contaminant, les vapeurs formées peuvent nécessiter une condensation ou un lavage et un traitement supplémentaire.

c) Séparation mécanique

114. On peut recourir à une séparation mécanique pour éliminer les gros débris du flux de déchets ou dans le cas de techniques qui peuvent ne pas convenir pareillement aux sols et aux déchets solides.

d) Mélange

115. Un mélange des matières préalablement au traitement des déchets peut se justifier pour optimiser l'efficacité du traitement. Toutefois, le mélange à d'autres matières de déchets ayant une teneur en POP supérieure à la faible teneur définie dans le seul but d'obtenir un mélange ayant une teneur en POP inférieure à cette dernière n'est pas écologiquement rationnel.

e) Séparation huile/eau

116. Certaines techniques de traitement ne conviennent pas pour les déchets aqueux, d'autres ne le sont pas pour les déchets huileux. On peut en pareil cas recourir à une séparation huile/eau. La phase aqueuse et la phase huileuse ainsi isolées peuvent, toutes les deux, être contaminées et nécessiter chacune un traitement.

f) Ajustement du pH

117. Certaines techniques de traitement sont plus efficaces dans une plage 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 également nécessiter un ajustement du pH après le traitement.

g) Réduction de la taille

118. Certaines techniques ne permettent de traiter des déchets qu'en deçà d'une certaine granulométrie. Par exemple, elles ne peuvent servir à traiter que des déchets solides contaminés par des POP dont la granulométrie est inférieure à 200 mm. On peut alors réduire la taille des composants des déchets à un diamètre donné. D'autres techniques d'élimination nécessitent la préparation de boues avant l'injection des déchets dans le réacteur principal. Il convient de noter que les installations peuvent être contaminées lors de la réduction de la granulométrie de déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances. Il faudrait donc prendre des précautions pour prévenir toute contamination ultérieure des flux de déchets ne contenant pas de POP.

h) Lavage aux solvants

119. Le lavage aux solvants peut être utilisé pour débarrasser des appareils électriques tels que les condensateurs et les transformateurs des POP qu'ils contiennent. Cette technique a également été employée pour le traitement des sols contaminés et des matériaux de sorption utilisés lors du prétraitement par adsorption ou absorption.

i) Désorption thermique

120. La désorption thermique à basse température (DTBT), encore appelée volatilisation par chauffage à basse température, stripping 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 de pétrole) des milieux contaminés (le plus souvent des déblais de terre). Des procédés de ce type ont été utilisés pour la décontamination des surfaces non poreuses d'appareils 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 susceptibles de nécessiter un traitement supplémentaire.

2. Méthodes de destruction et de transformation irréversible

121. Les opérations d'élimination suivantes mentionnées aux Annexes IV A et IV B de la Convention de Bâle devraient être autorisées aux fins de la destruction et de la transformation irréversible des POP contenus dans les déchets, lorsqu'elles sont appliquées de façon à garantir 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;
- R3 Recyclage ou récupération des substances organiques qui ne sont pas utilisées comme solvants, mais uniquement pour la conversion des déchets en gaz;
- R4 Recyclage ou récupération des métaux ou des composés métalliques uniquement pour les activités métallurgiques primaires et secondaires décrites à la section k) ci-après.

122. Les POP isolés lors d'un prétraitement doivent ensuite être éliminés au moyen de l'opération D9 ou D10.

123. La présente sous-section décrit les procédés disponibles sur le marché pour la destruction et la transformation irréversible de manière écologiquement rationnelle des POP contenus dans des déchets.³² Il convient de noter que la législation nationale pertinente est applicable à ces procédés.

124. On pense que les informations données dans les présentes directives au sujet des fournisseurs de technologies de destruction et de transformation irréversible sont exactes, mais le PNUE décline toute responsabilité quant aux inexactitudes ou omissions éventuelles et aux conséquences qui pourraient en résulter. Ni le PNUE ni aucune des personnes ayant participé à la rédaction du présent document ne sera responsable d'une blessure, d'une perte, d'un dommage ou d'un préjudice de quelque nature que ce soit qui pourra être causé par toute personne ayant agi conformément à son interprétation des informations qui y figurent.

125. On trouvera des informations sur l'économie des technologies ci-après à l'Annexe IV.

³² Pour de plus amples informations sur ces techniques ou d'autres actuellement en phase pilote ou d'essai, voir le document intitulé « Review of Emerging, Innovative Technologies for the Destruction and Decontamination of POPs and the Identification of Promising Technologies for Use in Developing Countries » (PNUE, 2004b, Annexe V, Bibliographie).

a) **Réduction par un métal alcalin**³³

126. *Description du procédé* : la réduction par un métal alcalin consiste à traiter les déchets à l'aide d'un métal alcalin dispersé. Le métal alcalin réagit avec le chlore contenu dans les déchets halogénés pour donner des sels et des déchets non halogénés. En règle générale, le processus se déroule à la pression atmosphérique et à des températures comprises entre 60 et 180 °C.³⁴ Le traitement peut s'effectuer soit in situ (transformateurs contaminés par des PCB, par exemple), soit ex-situ, dans un réacteur. Il existe plusieurs variantes de ce procédé.³⁵ Bien qu'on puisse également utiliser du potassium ou un alliage potassium-sodium, l'agent réducteur le plus couramment employé est le sodium métallique. Les informations suivantes sont basées sur l'expérience acquise dans l'utilisation de la variante faisant appel au sodium métallique.

127. *Rendement* : des rendements de destruction supérieurs à 99,999 % et des rendements d'élimination par destruction de 99,9999 % ont été rapportés dans le cas de l'aldrine, du chlordane et des PCB (Ministère japonais de l'environnement, 2004). Il a aussi été démontré que le procédé de réduction par le sodium répondait aux critères réglementaires de l'Afrique du Sud, de l'Australie, du Canada, des Etats-Unis, du Japon et de l'Union Européenne pour le traitement des huiles de transformateurs aux PCB, à savoir moins de 2 ppm dans les résidus solides et liquides.³⁶

128. *Types de déchets* : la démonstration de la réduction par le sodium a été apportée pour des huiles contaminées par des PCB à des concentrations allant jusqu'à 10 000 ppm.³⁷ De plus, certains fournisseurs ont affirmé que ce procédé permettait de traiter des condensateurs ou des transformateurs entiers.³⁸

129. *Prétraitement* : un traitement ex-situ des PCB peut être effectué à la suite d'une extraction des PCB au solvant. Le traitement de condensateurs ou de transformateurs entiers pourrait être effectué après réduction de la taille de ces équipements par cisailage.³⁹ Le prétraitement devrait comporter une déshydratation afin d'éviter les réactions explosives avec le sodium.

130. *Emissions et résidus* : les gaz émis sont notamment de l'azote et de l'hydrogène. Les émissions de substances organiques devraient être relativement mineures.⁴⁰ Il a cependant été noté que des PCDD et des PCDF peuvent se former à partir des chlorophénols dans des conditions alcalines à des températures aussi basses que 150 °C (Weber, 2004). Les résidus produits au cours du procédé comprennent du chlorure de sodium, de l'hydroxyde de sodium, des polyphényles et de l'eau.⁴¹ Dans certaines variantes, il se forme également un polymère solidifié.⁴²

131. *Maîtrise des rejets et post-traitement* : après la réaction, les sous-produits peuvent être séparés de l'huile par une filtration associée à une centrifugation. L'huile décontaminée peut être réutilisée, le chlorure de sodium peut être soit réutilisé, soit mis en décharge et le polymère solidifié peut être mis en décharge.⁴³

132. *Besoins énergétiques* : les besoins énergétiques immédiats devraient être relativement faibles vu que le procédé est mis en œuvre à basse température.

133. *Matières requises* : ce procédé exige de grandes quantités de sodium.⁴⁴

134. *Mobilité* : ce procédé est disponibles dans des configurations mobiles ou fixes.⁴⁵

³³ Pour de plus amples informations, voir PNUE, 1998b; PNUE, 2000b; et PNUE, 2004b (Annexe V, Bibliographie).

³⁴ Ariizumi Otsuka, Kamiyama et Hosani, 1997, et Japan Industrial Waste Management Foundation, 1999. Voir Annexe V, Bibliographie.

³⁵ Voir Piersol, 1989, à l'Annexe V, Bibliographie.

³⁶ Voir Piersol, 1989, et PNUE, 2004b, à l'Annexe V, Bibliographie.

³⁷ Voir PNUE 2004b, à l'Annexe V, Bibliographie.

³⁸ Ibid.

³⁹ Ibid.

⁴⁰ Voir Piersol, 1980, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁴¹ Voir PNUE, 2004b, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁴² Voir PNUE, 2000b, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁴³ Ibid.

⁴⁴ PNUE, 2004b, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁴⁵ Ibid.

135. *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. Il peut également réagir avec diverses autres substances en donnant de l'hydrogène, gaz inflammable qui est explosif en mélange avec l'air. Le procédé 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. Une installation située à Delfzijl, aux Pays-Bas, a déjà été gravement endommagée par un incendie.

136. *Capacité* : les installations mobiles peuvent traiter 15 000 litres d'huile de transformateur par jour.⁴⁶

137. *Autres questions pratiques* : la réduction par le sodium, lorsqu'elle est utilisée pour le traitement in situ d'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 que l'on manque d'information sur les caractéristiques des résidus.⁴⁷

138. *Etat de commercialisation* : ce procédé est utilisé industriellement depuis une vingtaine d'années.

139. Les fournisseurs sont notamment les suivants :

- a) Dr. Bilger Umweltconsulting GmbH – www.bilgergmbh.de;
- b) Decoman srl, Italie – www.decoman.it;
- c) Envio Germany GmbH & Co. KG – www.envio-group.com;
- d) Kinectrics Inc. – www.kinectrics.com;
- e) Nippon Soda Co. Ltd – www.nippon-soda.co.jp;
- f) Orion BV, Pays-Bas – www.orionun2315.nl/en/index.php;
- g) Powertech Labs Inc. – www.powertechlabs.com;
- h) Sanexen Environmental Services Inc. – www.sanexen.com.

b) Décomposition catalysée par une base⁴⁸

140. *Description du procédé* : ce procédé consiste à traiter les déchets en présence d'un mélange de réactifs constitué d'une huile donneuse d'hydrogène, d'un hydroxyde de métal alcalin et d'un catalyseur breveté. Lorsque le mélange est chauffé à plus 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.

141. *Rendement* : des rendements de destruction de 99,99 à 99,9999 % ont été rapportés pour le DDT, les PCB, les PCDD et les PCDF.⁴⁹ Des rendements de destruction supérieurs à 99,999 % et des rendements d'élimination par destruction de plus de 99,9999 % ont également été rapportés pour le chlordane (Ministère japonais de l'environnement, 2004). Il a également été indiqué que le procédé permettait d'abaisser la teneur en composés organiques chlorés à moins de 2 mg/kg.⁵⁰

⁴⁶ Ibid.

⁴⁷ Voir PNUE, 2000b, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁴⁸ On trouvera de plus amples informations dans CMPS&F – Environment Australia, 1997; Costner, Luscombe et Simpson, 1998; Agence danoise de protection de l'environnement, 2004 ; Rahuman, Pistone, Trifirò et Miertu, 2000; PNUE, 1998b; PNUE, 2001; PNUE, 2004b ; et Vijgen, 2002. Voir Annexe V, Bibliographie.

⁴⁹ Voir PNUE, 2004b, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁵⁰ Voir PNUE, 2001, à l'Annexe V, Bibliographie.

142. *Types de déchets* : outre les déchets énumérés ci-dessus,⁵¹ le procédé devrait également pouvoir s'appliquer à d'autres POP. Il devrait être à même de traiter des déchets à forte concentration de polluant, son applicabilité étant démontrée dans le cas de déchets contenant plus de 30 % de PCB.⁵² On pensait que dans la pratique, la formation de sel au sein du mélange traité risquait de limiter la concentration de produits halogénés pouvant être traitée.⁵³ Le fournisseur a cependant indiqué que la formation de sel dans le réacteur limite simplement la quantité de déchets qui peut y être introduite et que le problème ne paraît pas insoluble. Les matrices de déchets pouvant être traitées sont notamment les sols, les sédiments, les boues et les liquides. La société BCD Group affirme également qu'il a été démontré que le procédé permettait de détruire les PCB dans le bois, dans le papier et sur les surfaces métalliques des transformateurs.

143. *Prétraitement* : les sols peuvent 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; ou

b) Il peut être nécessaire d'ajuster le pH et la teneur en humidité.

144. La *désorption thermique* a également été utilisée en association avec la décomposition catalysée par une base pour éliminer les POP de 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.⁵⁴ Il faut alors 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 cisailage.⁵⁵ Si des solvants volatils sont présents, comme c'est parfois le cas pour les pesticides, ils devraient être éliminés par distillation avant le traitement.⁵⁶

145. *Emissions et résidus* : les émissions atmosphériques devraient être relativement faibles. Le risque de formation de PCDD et PCDF durant le processus de décomposition catalysée par une base est relativement restreint. Il a cependant été noté que des PCDD peuvent se former à partir des chlorophénols dans des conditions alcalines à des températures aussi basses que 150 °C (Weber, 2004). Les autres résidus formés lors de la réaction de décomposition 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. Pour plus de précisions, les utilisateurs voudront bien se référer à la documentation produite par la société BCD Group, Inc.

146. *Maîtrise des rejets et post-traitement* : selon le type d'huile utilisée comme donneuse d'hydrogène, les boues résiduelles peuvent être traitées de différentes façons. Si du fioul lourd n°2 a été utilisé, la boue peut être éliminée comme combustible dans un four de cimenterie. Si l'on utilise des huiles plus raffinées, elles peuvent être retirées des boues par gravité ou séparation centrifuge. On peut ensuite réutiliser les huiles et soumettre les boues résiduelles à un traitement plus poussé en vue de les utiliser comme agent neutralisant ou de les mettre en décharge.⁵⁷ De plus, les installations de décomposition catalysée par une base sont équipées de pièges à charbon actif destinés à réduire au minimum les rejets de composés organiques volatils dans les émissions gazeuses.

147. *Besoins énergétiques* : les besoins énergétiques devraient être assez faibles, compte tenu des températures relativement basses auxquelles le procédé est mis en œuvre.

148. *Matières requises* : les produits suivants sont nécessaires :

a) Huile donneuse d'hydrogène comme le fuel lourd n° 2 ou les huiles Sun Par n° LW-104, LW-106 et LW-110;

⁵¹ Voir PNUE, 2004b, et Vijgen, 2002, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁵² Voir Vijgen, 2002, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁵³ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997; Rahuman et al., 2000; et PNUE, 2001, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁵⁴ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁵⁵ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997, et PNUE, 2001, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁵⁶ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁵⁷ Voir PNUE, 2004b, à l'Annexe V, Bibliographie.

b) Carbonate, bicarbonate ou hydroxyde de métal alcalin ou alcalino-terreux, comme le bicarbonate de sodium. La quantité requise dépend de la concentration du contaminant halogéné dans le milieu.⁵⁸ Elle varie de 1 % à 20 % environ en poids du milieu contaminé;

c) Catalyseur breveté en quantité égale à 1 % en volume de l'huile donneuse d'hydrogène.

149. L'équipement nécessaire pour ce procédé est considéré comme facile à obtenir.⁵⁹

150. *Mobilité* : des installations modulaires, transportables ou fixes, ont été réalisées.

151. *Santé et sécurité* : d'une façon générale, les risques pour la santé et la sécurité associés à la mise en œuvre de cette technologie sont considérés comme faibles,⁶⁰ encore qu'une installation de décomposition catalysée par une base située à Melbourne, en Australie, ait été rendue inexploitable à la suite d'un incendie en 1995. On pense que l'incendie a été provoqué par le traitement d'une cuve de stockage sans mise sous azote.⁶¹ 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 au minimum par des mesures de précaution appropriées.⁶²

152. *Capacité* : le procédé peut permettre de traiter jusqu'à 2600 gallons par lot, à raison de 2 à 4 lots par jour.⁶³

153. *Autres questions pratiques* : le procédé comportant une extraction du chlore des déchets, le traitement peut se traduire par une concentration accrue d'espèces moins chlorées. Cela peut constituer un problème lors du traitement des PCDD et des PCDF, les congénères moins chlorés étant plus toxiques que les congénères plus chlorés. Il est donc important que ce procédé fasse l'objet d'une surveillance appropriée afin de s'assurer que la réaction se poursuive jusqu'à son terme. Dans le passé, il a été signalé que le procédé n'était pas en mesure de traiter des déchets à forte concentration en raison de l'accumulation de sel.⁶⁴ Dernièrement, toutefois, il a été indiqué que ce problème était résolu.⁶⁵

154. *Etat de commercialisation* : la décomposition catalysée par une base a été mise en œuvre dans deux établissements industriels d'Australie, dont un est encore en service. Un autre système 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 Etats-Unis. Une unité BCD destinée à traiter des sols et des déchets contaminés par des PCDD et des PCDF est en construction en République tchèque.

155. *Fournisseur(s)* : le brevet de cette technologie est détenu par la société BCD Group, Inc. (Etats-Unis) (www.bcdinternational.com). Cette société vend des licences d'exploitation de cette technologie. Actuellement, des licences sont détenues par des entreprises basées en Australie, aux Etats-Unis, au Japon, au Mexique et en République tchèque.

c) **Hydrodéchloration catalytique**

156. *Description du procédé* : l'hydrodéchloration catalytique consiste à traiter les déchets à l'aide d'hydrogène gazeux et d'un catalyseur au palladium sur du carbone (Pd/C) dispersé dans l'huile de paraffine. L'hydrogène réagit avec le chlore dans les déchets halogénés pour donner du chlorure d'hydrogène (HCl) et des déchets non halogénés. Dans le cas des PCB, le biphenyle constitue le principal produit. Le procédé est mis en œuvre à la pression atmosphérique et à des températures comprises entre 180 °C et 260 °C (Sakai, Peter et Oono 2001; Noma, Sakai et Oono, 2002; et Noma; Sakai et Oono, 2003a et 2003b).

157. *Rendement* : des rendements de destruction de 99,98 à 99,9999 % ont été rapportés pour les PCB. Il a également été indiqué qu'il était possible de ramener la teneur en PCB à moins de 0,5 mg/kg.

⁵⁸ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997, et PNUE, 2001, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁵⁹ Voir Rahuman et al., 2000, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁶⁰ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997, et Rahuman et al., 2000, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁶¹ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁶² Ibid.

⁶³ Voir Vijgen, 2002, et PNUE, 2004b, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁶⁴ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁶⁵ Voir Vijgen, 2002, à l'Annexe V, Bibliographie.

158. *Types de déchets* : le procédé a été démontré pour l'élimination de PCB de condensateurs usagés. Des PCDD/PCDF contenus dans des PCB sous forme d'impuretés ont également été déchlorés. Un fournisseur a affirmé en outre que le procédé permet de traiter des déchets chlorés à l'état liquide ou dissous dans des solvants.
159. *Prétraitement* : les PCB et les PCDD/PCDF doivent être extraits aux solvants ou isolés par vaporisation. Les substances à bas point d'ébullition comme l'eau et les alcools devraient être éliminées par distillation préalablement au traitement.
160. *Emissions et résidus* : la réaction de déchloration ne donne pas lieu à des émissions vu qu'elle se déroule dans un système fermé à circulation d'hydrogène. Le HCl n'est pas déchargé de la réaction car il est recueilli avec l'eau sous forme d'acide chlorhydrique à l'intérieur du système. Le biphényle isolé après la réaction par distillation ne contient pas de matières toxiques.
161. *Maîtrise des rejets et post-traitement* : le principal produit, à savoir le biphényle, est séparé du solvant de réaction par distillation après la réaction, et l'on réutilise le catalyseur et le solvant de réaction pour la réaction suivante.
162. *Besoins énergétiques* : les besoins énergétiques devraient être relativement faibles car le procédé est mis en œuvre à basse température.
163. *Matières requises* : le procédé d'hydrodéchloration catalytique exige autant de molécules d'hydrogène qu'il y a de molécules de chlore dans les PCB, ainsi que 0,5 % de catalyseur en poids.
164. *Mobilité* : le procédé est disponible dans des configurations fixes et mobiles selon le volume de PCB à traiter.
165. *Santé et sécurité* : l'emploi d'hydrogène oblige à prendre des mesures de contrôle et de protection appropriées afin d'éviter la formation de mélanges air-hydrogène explosifs.
166. *Capacité* : au Japon, une installation capable de traiter quotidiennement 2 t de PCB par hydrodéchloration catalytique est en cours de conception et sera construite dans deux ans.
167. *Autres questions pratiques* : il existe de nombreux rapports sur l'hydrodéchloration catalytique des PCB. D'une manière générale, le catalyseur Pd/C permet d'obtenir le taux de dégradation le plus élevé comparé à l'autre catalyseur métallique supporté. La température de réaction peut être portée à 260 °C quand on utilise de l'huile de paraffine comme solvant de réaction.
168. *Etat de commercialisation* : une société japonaise a commencé à traiter des condensateurs contenant des PCB ou contaminés par ces substances dans une installation d'hydrodéchloration catalytique en 2004. Une installation industrielle d'hydrodéchloration catalytique sera en service dans deux ans au Japon.
169. *Fournisseur(s)* : le brevet de cette technologie est détenu par Kansai Electric Power Co et Kanden-Engineering Co (www.kanden-eng.co.jp).
170. *Informations supplémentaires* : pour de plus amples informations, voir le document intitulé « Technical Guidelines for treatment of PCB in Japan » (Japan Industrial Waste Management Foundation, 1999).

d) Co-incinération en four de cimenterie⁶⁶

171. *Description du procédé* : les fours de cimenterie sont constitués généralement d'un cylindre de 50 à 150 mètres de long, légèrement incliné par rapport à l'horizontale (angle de 3 à 4 %), effectuant de 1 à 4 révolutions environ à la minute. Les matières premières (calcaire, silice, alumine et oxydes de fer, par exemple) sont introduites à l'extrémité supérieure, dite « froide », du four rotatif. L'inclinaison et la rotation les font progresser vers la partie basse, dite « chaude », du four. Le four est chauffé dans sa partie basse, où les températures atteignent de 1 400 à 1 500 °C. Lors de leur passage dans le four, les matières subissent une dessiccation et une cuisson pour se transformer en clinker.

⁶⁶ On trouvera de plus amples informations dans CMPS&F – Environment Australia, 1997; Costner et al., 1998; Agence danoise pour la protection de l'environnement, 2004; Karstensen, 2001; Rahuman et al., 2000; Stobiecki, et al., 2001; et PNUE, 1998b. On trouvera par ailleurs des informations sur les meilleures techniques disponibles et les meilleures pratiques environnementales en ce qui concerne l'incinération des déchets dangereux en fours de cimenterie dans Commission européenne, 2001, et PNUE, 2004a. Voir Annexe V, Bibliographie.

172. *Rendement* : des rendements d'élimination par destruction supérieurs à 99,99998 % ont été rapportés pour les PCB dans plusieurs pays (Ahling, 1979; Benestad, 1989; Lauber, 1987; Mantus, 1992; Agence américaine pour la protection de l'environnement, 1986; Lauber, 1992; von Krogbeumker, 1994; Black, 1983).

173. *Types de déchets* : comme indiqué ci-dessus, l'incinération en four de cimenterie a été démontrée pour les PCB, mais elle devrait être applicable à d'autres POP. Ces fours sont capables de traiter des déchets tant liquides que solides.⁶⁷

174. *Prétraitement* : le prétraitement peut comporter les opérations suivantes :

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

175. *Emissions et résidus* : les émissions peuvent comprendre notamment des oxydes d'azote, du monoxyde de carbone, du dioxyde et d'autres oxydes de soufre, des métaux et leurs composés, du chlorure d'hydrogène, du fluorure d'hydrogène, de l'ammoniac, des PCDD, des PCDF, du benzène, du toluène, du xylène, des hydrocarbures aromatiques polycycliques, des chlorobenzènes et des PCB.⁶⁸ Il convient toutefois de noter que les fours de cimenterie permettent de respecter des niveaux d'émission atmosphérique de PCDD et de PCDF inférieurs à 0,1 ng TEQ/Nm³.⁶⁹ Les résidus comprennent les poussières du four qui sont captées par le système antipollution atmosphérique.

176. *Maîtrise des rejets et post-traitement* : il faut traiter les gaz dégagés pour en éliminer non seulement les poussières, les composés organiques, le dioxyde de soufre et l'oxyde d'azote, mais aussi la chaleur, afin de réduire au minimum la formation de PCDD et de PCDF. Le traitement fait appel à des préchauffeurs, à des dépoussiéreurs électrostatiques, à des filtres en tissu et à des filtres à charbon actif.⁷⁰ Il a été indiqué que les concentrations de PCDD et de PCDF dans les poussières de fours de cimenterie se situent entre 0,4 et 2,6 mg/kg.^{71,72} Les poussières provenant des fours de cimenterie devraient donc, dans toute la mesure possible, être réintroduites dans les fours, le résidu final pouvant nécessiter une élimination dans une décharge spécialement aménagée ou un stockage permanent dans une mine ou une formation souterraine.

177. *Besoins énergétiques* : les nouveaux systèmes de four avec cinq étages de préchauffage à cyclone et un précalcinateur devraient exiger en moyenne de 2 900 à 3 200 MJ pour produire 1 t de clinker.⁷³

178. *Matières requises* : la fabrication de ciment requiert d'importantes quantités de matières premières (calcaire, silice, alumine, oxydes de fer et gypse, notamment).⁷⁴

179. *Mobilité* : les fours de cimenterie n'existent que dans des configurations fixes.

180. *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.⁷⁵

181. *Capacité* : la co-incinération de déchets en tant que combustibles dans des fours à ciment est normalement limitée à un maximum de 40 % des besoins en énergie dans le cas des déchets dangereux.⁷⁶ Il a cependant été noté que les fours à débit élevé offraient la possibilité de traiter d'importantes quantités de déchets.⁷⁷

⁶⁷ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997; Rahuman et al., 2000; et PNUE, 2004c, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁶⁸ Voir PNUE, 2004c, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁶⁹ Voir PNUE, 2004c, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁷⁰ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997; Karstensen, 2001; et PNUE, 2004c, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁷¹ Les TEQ n'ont pas été indiqués.

⁷² Voir PNUE, 2004c, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁷³ Ibid.

⁷⁴ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁷⁵ Ibid.

⁷⁶ Voir PNUE, 2004c, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁷⁷ Voir PNUE, 1998b, à l'Annexe V, Bibliographie.

182. *Autres questions pratiques* : le traitement de déchets solides dans un four de cimenterie rotatif peut nécessiter des modifications majeures de ce dernier⁷⁸. L'introduction de combustibles peut se faire aux points suivants :

- a) brûleur principal à la sortie du four rotatif;
- b) trémie d'alimentation dans la chambre de transition à l'entrée du four rotatif (pour le combustible solide);
- c) brûleurs secondaires dans le conduit ascendant;
- d) brûleurs du précalcinateur;
- e) trémie d'alimentation au précalcinateur/préchauffeur (pour le combustible solide);
- f) sas au milieu du four pour les fours longs en voie humide et sèche (pour le combustible solide). (PNUE, 2004c)

183. Etant donné que les chlorures influent sur la qualité du ciment, il est nécessaire de les limiter. Il peut y avoir du chlore dans toutes les matières premières utilisées dans la fabrication du ciment, de sorte que les teneurs en chlore des déchets peuvent revêtir une importance cruciale. Toutefois, les fours de cimenterie sont en mesure de traiter des déchets dangereux fortement chlorés si ceux-ci sont suffisamment dilués.

184. *Etat de commercialisation* : des fours à ciment ont été utilisés aux Etats-Unis, dans certains pays européens et plusieurs pays en développement pour le traitement de déchets contaminés par des polluants organiques persistants (Conseil mondial des entreprises pour le développement durable, 2004, document intitulé « Formation and Release of POPs in the Cement Industry », Kartensen, 2006).

185. *Fournisseur(s)* : un certain nombre d'installations de co-incinération dans des fours à ciment sont répertoriées dans l'inventaire des capacités mondiales de destruction des PCB.⁷⁹

e) **Réduction chimique en phase gazeuse**⁸⁰

186. *Description du procédé* : la réduction chimique en phase gazeuse consiste à assurer une réduction thermochimique des 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.

187. *Rendement* : des rendements de destruction de 99,9999 % ont été rapportés pour le DDT, l'HCB, les PCB, les PCDD et les PCDF.⁸¹

188. *Types de déchets* : outre les substances mentionnées ci-dessus, ce procédé devrait permettre de traiter également des déchets constitués de tous les autres types de POP, en contenant ou contaminés par ces substances.⁸² Il permet de traiter des déchets à forte concentration de POP,⁸³ et notamment des liquides aqueux ou huileux, des sols, des sédiments, des transformateurs et des condensateurs.⁸⁴

189. *Prétraitement* : selon le type de déchets, l'une des trois unités de prétraitement suivantes est utilisée pour débarrasser les déchets de leurs substances volatiles avant leur traitement dans le réacteur de réduction chimique en phase gazeuse :

- a) Réacteur de réduction thermique par lot, pour les solides en vrac, y compris ceux en fût;
- b) Réacteur Torbed pour les sols et sédiments contaminés, également adapté aux liquides;

⁷⁸ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997, et PNUE, 2004c, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁷⁹ Voir PNUE, 1998b, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁸⁰ On trouvera de plus amples informations dans CMPS&F – Environment Australia, 1997; Costner et al., 1998; Agence danoise de protection de l'environnement, 2004 ; Kümmling, Gray, Power et Woodland, 2001; Rahuman et al., 2000; Ray, 2001; PNUE, 2001; PNUE, 2004b; et Vijgen, 2002. Voir Annexe V, Bibliographie.

⁸¹ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997; PNUE, 2004b ; et Vijgen, 2002, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁸² Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997; PNUE, 2004b ; et Vijgen, 2002, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁸³ Voir PNUE, 2004b, et Vijgen, 2002, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁸⁴ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997; PNUE, 2004b ; et Vijgen, 2002, à l'Annexe V, Bibliographie.

c) Système de préchauffage pour les déchets liquides.⁸⁵

190. En outre, d'autres traitements préalables sont nécessaires pour les grands condensateurs et les décombres. Les grands condensateurs doivent être percés et vidés, tandis que les décombres et le béton doivent être réduits à une taille inférieure à 1 m².⁸⁶

191. *Emissions et résidus* : outre le chlorure d'hydrogène et le méthane, les émissions peuvent comprendre des hydrocarbures de faible poids moléculaire. Les résidus du procédé sont notamment des liqueurs et de l'eau usées. En outre, les déchets solides traités donnent lieu à des résidus solides.⁸⁷ Le procédé étant mis en œuvre en atmosphère réductrice, la possibilité que des PCDD et PCDF se forment est considérée comme limitée.⁸⁸

192. *Maîtrise des rejets et post-traitement* : on épure les gaz sortant du réacteur pour les débarrasser de l'eau, de la chaleur, de l'acide et du dioxyde de carbone qu'ils contiennent.⁸⁹ Les résidus et matières particulaires du système d'épuration doivent être éliminés hors site.⁹⁰ Les résidus solides produits par les déchets solides introduits dans le système devraient pouvoir être mis décharge.⁹¹

193. *Besoins énergétiques* : Le méthane produit au cours du processus peut couvrir une grande partie des besoins en combustible.⁹² Des consommations d'électricité allant de 96 kWh par tonne de sol traité à environ 900 kWh par tonne de contaminants organiques purs traités ont été signalées.⁹³

194. *Matières requises* : un apport d'hydrogène est nécessaire, du moins en phase de démarrage. Il a été indiqué que le méthane produit au cours de la réduction chimique en phase gazeuse peut être utilisé pour produire de l'hydrogène en quantité suffisante pour la conduite ultérieure du processus.⁹⁴ L'unité de production d'hydrogène a cependant connu des problèmes de fiabilité dans le passé.⁹⁵ D'autres produits peuvent être nécessaires, comme de la soude pour l'épurateur d'acide.⁹⁶

195. *Mobilité* : le procédé est disponible en configurations fixes ou mobiles.⁹⁷

196. *Santé et sécurité* : l'utilisation d'hydrogène gazeux sous pression oblige à prendre des mesures de contrôle et de protection appropriées afin d'éviter la formation de mélanges air-hydrogène explosifs.⁹⁸ Jusqu'ici, l'expérience a montré que le procédé peut être mis en œuvre en toute sécurité.⁹⁹

197. *Capacité* : la capacité de traitement du procédé dépend de celle des trois unités de prétraitement :

a) Le réacteur de réduction thermique par lot a une capacité maximale de 100 tonnes de produits solides par mois ou de 4 litres de liquides par minute. Deux réacteurs peuvent être utilisés en parallèle pour doubler la capacité;

b) Le réacteur Torbed a une capacité maximale de 5 000 tonnes de sols et sédiments par mois, mais cette unité de prétraitement est encore en phase de développement;

c) Le système de préchauffage des déchets liquides a une capacité de 3 litres par minute.¹⁰⁰

⁸⁵ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997; Kümmling et al., 2001; PNUE, 2001; PNUE, 2004b ; et Vijgen, 2004, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁸⁶ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁸⁷ Voir PNUE, 2004b, et Vijgen, 2002, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁸⁸ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997, et Rahuman et al., 2000, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁸⁹ Voir Kümmling et al., 2001; CMPS&F – Environment Australia, 1997 ; et Rahuman et al., 2000, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁹⁰ Voir Rahuman et al., 2000, et Vijgen, 2002, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁹¹ Voir PNUE, 2004b, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁹² Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997; Rahuman et al., 2000; PNUE, 2001; PNUE, 2004b, et Vijgen, 2002, à l'Annexe V, Bibliographie

⁹³ CMPS&F – Environment Australia, 1997, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁹⁴ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997; Rahuman et al., 2000; PNUE, 2004b, et Vijgen, 2002, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁹⁵ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁹⁶ Voir PNUE, 2004b, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁹⁷ Voir PNUE, 2001; PNUE, 2004b, et Vijgen, 2002, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁹⁸ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997, à l'Annexe V, Bibliographie.

⁹⁹ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997, et PNUE, 2004b, à l'Annexe V, Bibliographie.

¹⁰⁰ Voir PNUE, 2004b, et Vijgen, 2002, à l'Annexe V, Bibliographie.

198. *Autres questions pratiques* : il a été constaté, lors des phases initiales de développement, que des contaminants comme le soufre et l'arsenic inhibaient le traitement, mais on ignore si ce problème persiste.¹⁰¹

199. *Etat de commercialisation* : des installations de réduction chimique en phase gazeuse ont été exploitées à l'échelle industrielle au Canada et en Australie. L'installation australienne a fonctionné pendant plus de cinq ans. En outre, une installation a récemment été autorisée au Japon.¹⁰²

200. *Fournisseur(s)* : le brevet de cette technologie est détenu par ELI Eco Logic International Inc. (www.ecologic.ca), qui en est le seul fournisseur. ELI Eco Logic International Inc. vend des licences pour l'exploitation de cette technologie.

f) Incinération des déchets dangereux¹⁰³

201. *Description du procédé* : l'incinération des déchets dangereux fait appel à une combustion à flamme contrôlée pour traiter les contaminants organiques, principalement dans des fours rotatifs. En règle générale, les procédés de traitement comportent un chauffage à une température supérieure à 850 °C ou, si la teneur en chlore dépasse 1 %, à 1 100 °C, avec un temps de séjour de plus de deux secondes dans des conditions assurant un mélange approprié. Les incinérateurs de déchets dangereux spécialisés sont disponibles dans différentes configurations comprenant les fours rotatifs et les fours statiques (uniquement pour les déchets liquides). Des chaudières haute performance et des fours pour agrégats légers sont également utilisés pour la co-incinération de déchets dangereux. (Voir Brunner, 2004, pour de plus amples informations sur l'application de ces technologies.)

202. *Rendement* : des rendements d'élimination par destruction supérieurs à 99,999 % ont été rapportés pour le traitement des déchets constituées de POP, en contenant ou contaminés par ces substances.¹⁰⁴ Des rendements de destruction de plus de 99,999 et des rendements d'élimination par destruction supérieurs à 99,999 ont été rapportés pour l'aldrine, le chlordane et le DDT (Ministère japonais de l'environnement, 2004), tandis que des rendements de destruction compris entre 83,15 et 99,88 % ont été indiqués pour les PCB (EPA, 1990).

203. *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 ces substances. Les incinérateurs peuvent être conçus pour accepter les déchets quels que soient leur concentration ou leur état physique (gaz, liquides, solides ou boues, par exemple).¹⁰⁵

204. *Prétraitement* : selon la configuration, le prétraitement requis peut comprendre un mélange, une déshydratation et une réduction de la taille des déchets.¹⁰⁶

205. *Emissions et résidus* : les émissions comprennent notamment du monoxyde de carbone, du dioxyde de carbone, de l'HCB, du chlorure d'hydrogène, des matières particulaires, des PCDD, PCDF et PCB, ainsi que de la vapeur d'eau.¹⁰⁷ Les incinérateurs qui appliquent les meilleures techniques disponibles, c'est-à-dire qui sont notamment conçus pour de hautes températures et équipés de dispositifs de prévention de la reformation de PCDD et PCDF ainsi que de dispositifs spéciaux d'élimination des PCDD et PCDF (filtres à charbon actif, par exemple), ont donné lieu à de très faibles émissions dans l'air et dans l'eau de PCDD et PCDF.¹⁰⁸ Dans les résidus, les PCDD et PCDF se trouvent principalement dans les cendres volantes et le sel et, dans une certaine mesure, dans le mâchefer et les boues d'épuration.

¹⁰¹ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997, à l'Annexe V, Bibliographie.

¹⁰² Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997; Kümmling et al., 2001; Ray, 2001; PNUE, 2004b, et Vijgen, 2002, à l'Annexe V, Bibliographie.

¹⁰³ Pour de plus amples informations, voir Agence danoise de protection de l'environnement, 2004 ; Federal Remediation Technologies Roundtable (FRTR), 2002; Rahuman et al., 2000; PNUE, 1995c; PNUE, 1998b; PNUE, 2001; et United States Army Corps of Engineers, 2003. De plus, on trouvera des informations complémentaires sur les meilleures techniques disponibles et les meilleures pratiques environnementales pour les incinérateurs de déchets dangereux dans Commission européenne, 2004, et PNUE, 2004c. Voir Annexe V, Bibliographie.

¹⁰⁴ Voir FRTR, 2002; Rahuman et al., 2000; PNUE, 1998b; et PNUE, 2001, à l'Annexe V, Bibliographie.

¹⁰⁵ Voir PNUE, 1995c, à l'Annexe V, Bibliographie.

¹⁰⁶ Voir PNUE, 1995c; PNUE, 1998b; et PNUE, 2004c, à l'Annexe V, Bibliographie.

¹⁰⁷ Voir PNUE, 1995c; PNUE, 1998b; et PNUE, 2004c, à l'Annexe V, Bibliographie.

¹⁰⁸ PNUE, 2001, à l'Annexe V, Bibliographie.

206. *Maîtrise des rejets et post-traitement* : les gaz de processus peuvent nécessiter un traitement destiné à éliminer le chlorure d'hydrogène et les substances particulaires, ainsi qu'à prévenir la formation de POP et à éliminer ceux qui ont été produits de façon non intentionnelle. Pour cela, on peut associer différents types de post-traitements faisant appel notamment à des cyclones et multicyclones, des filtres électrostatiques, des filtres à lit statique, des laveurs, une réduction catalytique sélective, des systèmes de refroidissement rapide et une adsorption sur charbon.¹⁰⁹ Selon leurs caractéristiques, le mâchefer et les cendres volantes peuvent nécessiter une mise en décharge dans un endroit spécialement aménagé.¹¹⁰
207. *Besoins énergétiques* : la quantité de combustible fossile nécessaire dépendra de la composition et de la valeur calorifique des déchets.
208. *Matières requises* : les matières nécessaires sont notamment de l'eau de refroidissement et de la chaux ou un autre produit adapté pour l'élimination des gaz acides.
209. *Mobilité* : les incinérateurs de déchets dangereux sont disponibles en version fixe ou mobile.
210. *Santé et sécurité* : les risques pour la santé et la sécurité sont notamment ceux liés à la mise en œuvre de températures élevées.¹¹¹
211. *Capacité* : les incinérateurs de déchets dangereux peuvent traiter de 30 000 à 100 000 tonnes par an.¹¹²
212. *Autres questions pratiques* : aucun problème à signaler pour l'instant.
213. *Etat de commercialisation* : on dispose d'une longue expérience de l'incinération des déchets dangereux.¹¹³
214. *Fournisseurs* : un certain nombre d'installations d'incinération de déchets dangereux sont recensées dans l'inventaire des capacités mondiales de destruction des PCB.¹¹⁴

g) Réactions de déchloration photochimique et de déchloration catalytique

215. *Description du procédé* : il s'agit d'une technologie associant des méthodes qui font appel à la fois à la réaction de déchloration photochimique et à la réaction de déchloration catalytique (Watanabe, Ohara et Tajima, 2002; et Watanabe, Ohara, Tarima, Yoneki et Hosya, 2003). Dans le processus de destruction, les PCB sont mélangés à de l'hydroxyde de sodium (NaOH) et à de l'isopropanol de façon que la concentration de PCB dans l'isopropanol atteigne plusieurs pour cent en poids. Les PCB sont ensuite déchlorés par deux procédés indépendants, à savoir une déchloration photochimique et une déchloration catalytique. Chaque procédé est mis en œuvre à une température modérée (<75 °C) et à la pression atmosphérique. Après la déchloration des PCB, il se forme du biphenyle, du chlorure de sodium, de l'acétone et de l'eau, mais pas de gaz comme l'hydrogène ou l'acide chlorhydrique gazeux.
216. *Rendement* : des rendements de destruction compris entre 99,99 et 99,9999 % ont été rapportés pour les PCB et entre 99,9999 et 99,999999 % pour les PCDD et les PCDF (Tajima et al., 2003; et Watanabe et al., 2003).
217. *Types de déchets* : la déchloration photochimique et la déchloration catalytique ont été démontrées pour le traitement des huiles provenant de transformateurs et de condensateurs qui contiennent des PCB à des concentrations élevées et qui sont contaminées par des PCDD et des PCDF. Elles devraient également être applicables à d'autres POP. Le PCB contenu dans des vêtements, des emballages, du bois et d'autres matériaux multiporeux devrait être extrait par solvant.
218. *Prétraitement* : le matériel électrique contaminé par des PCB exige un certain prétraitement. Après élimination des PCB contenus dans le matériel, les éléments contaminés comme les boîtiers, les bobines et les papiers diélectriques sont séparés. Les PCB sont extraits de ces éléments au moyen d'un hydrocarbure comme le décane qui sert d'agent de lavage. Les PCB et le solvant sont séparés dans l'installation de distillation. Les PCB et le solvant distillés sont soumis respectivement à une déchloration photochimique et à une déchloration catalytique. Le solvant est réutilisé pour le lavage. Les sols, les boues et l'eau n'exigent pas de prétraitement.

¹⁰⁹ PNUE, 2004c.

¹¹⁰ Voir United States Army Corps of Engineers, 2003, à l'Annexe V, Bibliographie.

¹¹¹ Ibid.

¹¹² Voir PNUE, 2004c, à l'Annexe V, Bibliographie.

¹¹³ Voir PNUE, 2001, à l'Annexe V, Bibliographie.

¹¹⁴ Voir PNUE, 1998, à l'Annexe V, Bibliographie.

219. *Emissions et résidus potentiels* : les émissions atmosphériques devraient être relativement minimales. La formation de PCDD et de PCDF lors de la déchloration photochimique et de la déchloration catalytique est considérée comme théoriquement impossible. A la fin du processus, il reste du chlorure de sodium solide et le catalyseur usagé (Watanabe et al., 2002; Watanabe et al., 2003).
220. *Post-traitement* : l'isopropanol est séparé de la solution dans une installation de distillation et peut en majeure partie être recyclé à plusieurs reprises comme solvant des PCB. Les déchets produits par les processus comprennent du biphenyle, du chlorure de sodium, de l'acétone, de l'eau et de l'isopropanol résiduel. Le chlorure de sodium est filtré de la solution et mis en décharge. Le catalyseur usagé est lavé à l'eau afin d'en éliminer le chlorure de sodium et peut être réutilisé à plusieurs reprises pour la déchloration catalytique.
221. *Besoins énergétiques* : la déchloration photochimique exige 3 MJ/kg de PCB pour une lampe à mercure. Les besoins énergétiques devraient être relativement faibles du fait que la déchloration photochimique et la déchloration catalytique sont mises en œuvre à des températures relativement basses (75 °C) (Watanabe et al., 2002; Watanabe et al., 2003).
222. *Matières requises* :
- Base : NaOH (NaOH/Cl = 1,3);
 - Catalyseur : 2 kg/m³ de donneur d'hydrogène;
 - Donneur d'hydrogène : isopropanol.
223. *Mobilité* : des installations modulaires mobiles devraient être disponibles.
224. *Santé et sécurité* : d'une manière générale, les risques pour la santé et la sécurité liés à l'exploitation de cette technologie sont considérés comme faibles. (Watanabe et al., 2002; Watanabe et al., 2003; Sasaki et al., 2003).
225. *Capacité* : la capacité disponible en matière de déchloration photochimique et de déchloration catalytique est de 50 kg d'huile par jour pour chaque unité. Cette capacité peut varier en fonction de la taille de l'installation (elle peut par exemple être inférieure ou aller jusqu'à 2 tonnes/jour).
226. *Autres questions pratiques* : la méthode de la déchloration photochimique et de la déchloration catalytique convient particulièrement bien pour le PCB pur. Cette technologie satisfait aux normes strictes du Japon en matière de rejets (PCB dans l'huile résiduaire : <0,5 mg/kg).
227. *Etat de commercialisation* : la technologie de la déchloration photochimique et de la déchloration catalytique est exploitée à Kawasaki, au Japon, depuis deux ans (Watanabe et al., 2002; Watanabe et al., 2003).
228. *Fournisseur(s)* : le brevet et tous les droits pour cette technologie sont détenus et réservés par la société Toshiba (www.toshiba.co.jp/efort/market/pcb/index_j.htm). Celle-ci vend des licences pour son exploitation.
229. *Informations supplémentaires* : pour de plus amples informations, voir le document intitulé « Technical Guidelines for treatment of PCB in Japan » (Japan Industrial Waste Management Foundation, 1999 ; Watanabe et al., 2002; Watanabe et al., 2003; Sasaki et al., 2003; Noma et al., 2002; Noma et al., 2003).

h) Jet de plasma¹¹⁵

230. *Description du procédé* : le procédé Plascon™ fait appel à un jet de plasma à plus de 3 000 °C pour la pyrolyse des déchets. Les déchets sont injectés directement dans le jet de plasma en même temps que de l'argon. La température élevée provoque une dissociation des composés en ions et atomes élémentaires. Une recombinaison, qui se produit dans une zone moins chaude de la chambre de réaction, est suivie d'un refroidissement rapide entraînant la formation de molécules simples.¹¹⁶
231. *Rendement* : des essais en laboratoire avec des huiles contenant 60 % de PCB ont donné des rendements d'élimination par destruction compris entre 99,9999 et 99,999999 %.¹¹⁷

¹¹⁵ On trouvera de plus amples informations dans CMPS&F – Environment Australia, 1997; Costner et al., 1998; Rahuman et al., 2000; Ray, 2001; PNUE, 1998b; PNUE, 2000b; PNUE, 2001; et PNUE, 2004b. Voir Annexe V, Bibliographie.

¹¹⁶ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997, à l'Annexe V, Bibliographie.

¹¹⁷ Voir Rahuman et al., 2000, et PNUE, 2004b, à l'Annexe V, Bibliographie.

232. *Types de déchets* : outre le traitement d'huile contenant des PCB, une installation Plascon™ a récemment été configurée en Australie pour traiter des déchets de pesticides.¹¹⁸ Les types de déchets à traiter doivent être des liquides, des gaz ou des solides sous forme de fine boue liquide pompable. Les liquides très visqueux ou les boues plus épaisses que l'huile moteur de grade 30 ou 40 nécessitent un prétraitement. Les autres déchets solides ne peuvent être traités que s'ils ont fait l'objet d'un prétraitement approprié.¹¹⁹

233. *Prétraitement* : pour la plupart des liquides, aucun prétraitement n'est nécessaire. Les solides comme les sols contaminés, les condensateurs et les transformateurs peuvent être prétraités par désorption thermique ou extraction au solvant.¹²⁰

234. *Emissions et résidus* : les émissions sont constituées notamment de gaz comme l'argon, le dioxyde de carbone et la vapeur d'eau. Les résidus comprennent une solution aqueuse de sels de sodium inorganiques comme le chlorure de sodium, le bicarbonate de sodium et le fluorure de sodium. Les essais en laboratoire réalisés sur les PCB ont donné des niveaux de PCDD dans l'eau de lavage et les gaz de cheminée de l'ordre de quelques parties par billion (ppt).¹²¹ Dans une installation Plascon™ utilisée en Australie pour traiter divers déchets, le niveau de PCB dans les effluents rejetés ne dépasse pas la limite de 2 ppb.¹²² Les concentrations de POP dans les résidus solides ne sont pas connues.¹²³

235. *Post-traitement* : on ne dispose guère d'informations à l'heure actuelle sur les exigences en matière de post-traitement.

236. *Besoins énergétiques* : une unité Plascon™ de 150 kW exige de 1 000 à 3 000 kWh d'électricité par tonne de déchets.¹²⁴

237. *Matières requises* : on ne dispose guère d'informations à l'heure actuelle sur les matières requises. Il est toutefois précisé que ce procédé exige de l'argon, de l'oxygène gazeux, de la soude et de l'eau de refroidissement.¹²⁵

238. *Mobilité* : Plascon™ est disponible en unités mobiles ou fixes.¹²⁶

239. *Santé et sécurité* : le débit du procédé Plascon™ étant faible, le risque de rejet de déchets partiellement traités à la suite d'une défaillance du processus est également faible.¹²⁷ On ne dispose guère d'informations supplémentaires à l'heure actuelle en matière de santé et de sécurité.

240. *Capacité* : une unité Plascon™ de 150 kW peut traiter de 1 à 3 tonnes de déchets par jour.¹²⁸

241. *Autres questions pratiques* : il convient de noter que les composés métalliques et de métalloïdes (tels que l'arsenic) peuvent interférer avec les catalyseurs ou causer des problèmes d'élimination des résidus. C'est, par exemple, ce qui s'est produit avec les composés arsenicaux contenus dans des déchets de pesticides envoyés en Australie par certaines îles du Pacifique pour être éliminés au moyen de ce procédé.

242. *Etat de commercialisation* : la société BCD Technologies exploite deux installations à jet de plasma en Australie : une à Brisbane pour les PCB et les POP, l'autre à Melbourne pour les CFC et les halons. Elle exploite également une installation pour les PCB et les POP peu concentrés ainsi que deux désorbeurs thermiques pour le traitement de solides contaminés. Mitsubishi Chemical Corporation a construit une installation Plascon™ au Japon pour le traitement de déchets constitués de PCB, en contenant ou contaminés par ces substances.

243. *Fournisseur(s)* : les fournisseurs du procédé Plascon™ sont SRL Plasma Pty Ltd, située à Narangba (Australie), et l'Organisation de la recherche scientifique et industrielle du Commonwealth (CSIRO). Les trois brevets pour le procédé Plascon™ sont détenus conjointement par SRL Plasma PTY Ltd et la CSIRO.

¹¹⁸ Voir PNUE, 2004b, à l'Annexe V, Bibliographie.

¹¹⁹ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997, et PNUE, 2004b, à l'Annexe V, Bibliographie.

¹²⁰ Ibid.

¹²¹ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997, et Rahuman et al., 2000, à l'Annexe V, Bibliographie.

¹²² Voir PNUE, 2004b, à l'Annexe V, Bibliographie.

¹²³ Ibid.

¹²⁴ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997, à l'Annexe V, Bibliographie.

¹²⁵ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997, et PNUE, 2004b, à l'Annexe V, Bibliographie.

¹²⁶ Voir PNUE, 2004b, à l'Annexe V, Bibliographie.

¹²⁷ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997, et PNUE, 2004b, à l'Annexe V, Bibliographie.

¹²⁸ Ibid.

i) Méthode au tert-butoxyde de potassium

244. *Description du procédé* : les PCB contenus dans des huiles isolantes sont déchlorés par réaction avec du tert-butoxyde de potassium. Ce dernier réagit avec le chlore des PCB pour produire un sel et un déchet non chloré. Le procédé est généralement mis en œuvre à la pression atmosphérique et à des températures comprises entre 200 et 240 °C (Oono, Kaneda et Kirata, 1997; et Oono et Kaneda, 1997).

245. *Rendement* : des rendements de destruction de 99,98 – 99,9999 % ont été rapportés pour les PCB. Il a aussi été indiqué que la teneur en PCB pouvait être ramenée à moins de 0,5 mg/kg.

246. *Types de déchets* : la méthode au tert-butoxyde de potassium a été démontrée avec des huiles minérales peu contaminées. Un fournisseur a également affirmé que les déchets chlorés à l'état liquide ou dissous dans des solvants peuvent aussi être traités par cette méthode.

247. *Prétraitement* : le tert-butoxyde de potassium réagit avec l'eau pour donner de l'hydroxyde de potassium et du tert-butanol. Si le volume d'eau contenu dans les huiles minérales contaminées par des PCB est élevé, le tert-butoxyde de potassium réagit plus facilement avec l'eau qu'avec le chlore des PCB. Il faut donc éliminer l'eau contenue dans les huiles avant la réaction.

248. *Emissions et résidus* : il n'y a pas d'émissions durant la réaction. Il y a peu de chances que des PCDD et PCDF se forment en tant que sous-produits pendant la réaction en raison de la très grande vitesse de déchloration, qui libère le chlore rapidement (Taligami, Sakai et Oono, 2002a et 2002b).

249. *Maîtrise des rejets et post-traitement* : les sous-produits peuvent être séparés des huiles par lavage à l'eau après la réaction. Les huiles décontaminées peuvent être réutilisées comme combustibles.

250. *Besoins énergétiques* : les besoins énergétiques devraient être relativement faibles du fait que le procédé est mis en œuvre à basse température.

251. *Matières requises* : lorsque la teneur en PCB des huiles minérales est inférieure à 200 ppm, la quantité de tert-butoxyde de potassium requise représente environ 0,5 % du poids des huiles contaminées.

252. *Mobilité* : le procédé est disponible en configurations fixes et mobiles suivant le volume d'huile contaminée à traiter.

253. *Santé et sécurité* : d'une manière générale, les risques pour la santé et la sécurité liés à l'exploitation de cette technologie sont considérés comme faibles.

254. *Capacité* : il a été indiqué que l'on avait traité 36 000 litres d'huile contaminée par jour à l'aide de cette technologie au Japon.

255. *Autres questions pratiques* : il est possible de traiter une grande quantité d'huiles contaminées en peu de temps à l'aide de cette technologie, car celle-ci peut être mise en œuvre en continu.

256. *Etat de commercialisation* : une société japonaise traite depuis 2004 des huiles minérales contaminées dans une installation fonctionnant en continu.

257. *Fournisseur(s)* : le brevet de cette technologie est détenu par Kansai Electric Power Co et Kanden Engineering (www.kanden-eng.co.jp).

258. *Informations supplémentaires* : pour de plus amples informations, voir le document intitulé « Technical Guidelines for Treatment of PCB in Japan » (Japan Industrial Waste Management Foundation, 1999).

j) Oxydation dans l'eau supercritique et oxydation dans l'eau sous-critique¹²⁹

259. *Description du procédé* : l'oxydation dans l'eau supercritique et l'oxydation dans l'eau sous-critique traitent les déchets dans un système fermé au moyen d'un oxydant (oxygène, peroxyde d'hydrogène, nitrite, nitrate, par exemple) dans de l'eau à des températures et des pressions supérieures à son point critique (374 °C et 218 atmosphères) et dans des conditions sous-critiques (370 °C et 262 atmosphères). Dans ces conditions, les matières organiques deviennent hautement solubles dans l'eau et sont oxydées pour produire du dioxyde de carbone, de l'eau et des acides ou des sels inorganiques.

¹²⁹ On trouvera de plus amples d'informations dans CMPS&F – Environment Australia, 1997; Costner et al., 1998; Rahuman et al., 2000; PNUE, 2001, et PNUE, 2004b. Voir Annexe V, Bibliographie.

260. *Rendement* : des rendements de destruction supérieurs à 99,999 % et des rendements d'élimination par destruction de plus de 99,9999 % ont été rapportés pour l'aldrine, le chlordane et les PCB dans le cas l'oxydation dans l'eau supercritique (Ministère japonais de l'environnement, 2004). Des rendements de destruction supérieurs à 99,999999 % et des rendements d'élimination par destruction de plus de 99,9999999 % ont été signalés pour l'oxydation dans l'eau sous-critique (Ministère japonais de l'environnement, 2004). Des rendements d'élimination par destruction atteignant 99,9999 % ont en outre été démontrés pour les PCDD lors d'essais en laboratoire.¹³⁰

261. *Types de déchets* : on pense que l'oxydation dans l'eau supercritique et l'oxydation dans l'eau sous-critique peuvent être utilisées pour tous les POP.¹³¹ Les types de déchets pouvant être traités comprennent les déchets aqueux, les huiles, les solvants et les solides de granulométrie inférieure à 200 µm. La teneur organique des déchets est limitée à moins de 20 %.¹³²

262. *Prétraitement* : les déchets concentrés peuvent exiger une dilution avant le traitement pour en abaisser la teneur organique à moins de 20 %. Dans le cas de l'oxydation dans l'eau sous-critique, une dilution n'est pas nécessaire. Si des solides sont présents dans les déchets, il est nécessaire d'en ramener la granulométrie à moins de 200 µm.

263. *Emissions et résidus* : lors de la destruction de PCB en laboratoire, il a été montré que l'oxydation dans l'eau supercritique pouvait entraîner la formation de fortes concentrations de PCDF (de l'ordre du pour cent) lors de la dégradation des PCB, même aux températures où elle est mise en œuvre dans la pratique (Weber, 2004). 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 composés organiques avec des halogènes, du soufre ou du phosphore.¹³³ Les informations sont limitées en ce qui concerne les concentrations potentielles de produits chimiques non détruits.¹³⁴ Le procédé est conçu de telle sorte que les émissions et les résidus puissent être captés en vue d'un retraitement si besoin est.¹³⁵

264. *Maîtrise des rejets et post-traitement* : à l'heure actuelle, on ne dispose pas d'informations particulières sur les exigences en matière de post-traitement.

265. *Besoins énergétiques* : les besoins énergétiques devraient être relativement élevés étant donné que le procédé associe des températures et des pressions élevées. Il a cependant été affirmé que tant que la charge a une teneur en hydrocarbures relativement forte, il n'est pas nécessaire de fournir de l'énergie pour la porter aux températures supercritiques.¹³⁶

266. *Matières requises* : le réacteur d'oxydation doit être réalisé en matériaux capables de résister à la corrosion due aux ions halogènes.¹³⁷ Aux températures et pressions mises en œuvre dans ce procédé, la corrosion des matériaux peut être sévère. Dans le passé, il a été proposé d'utiliser des alliages de titane pour résoudre le problème. Les fournisseurs actuels affirment avoir surmonté ce problème en utilisant des matériaux et des conceptions de pointe.¹³⁸

267. *Mobilité* : des unités d'oxydation dans l'eau supercritique et d'oxydation dans l'eau sous-critique sont actuellement utilisées en configuration fixe, mais on pense qu'elles pourraient être transportées.¹³⁹

268. *Santé et sécurité* : les températures et les pressions élevées mises en œuvre dans ce procédé obligent à prendre des précautions particulières en matière de sécurité.¹⁴⁰

¹³⁰ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997; Rahuman et al., 2000; et Vijgen, 2002, à l'Annexe V, Bibliographie.

¹³¹ Voir PNUE, 2004b, à l'Annexe V, Bibliographie.

¹³² Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997; Rahuman et al., 2000 ; et Vijgen, 2002, à l'Annexe V, Bibliographie.

¹³³ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997, à l'Annexe V, Bibliographie.

¹³⁴ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997, et PNUE, 2004b, à l'Annexe V, Bibliographie.

¹³⁵ Voir PNUE, 2004b, à l'Annexe V, Bibliographie.

¹³⁶ Voir Rahuman et al., 2000, à l'Annexe V, Bibliographie.

¹³⁷ Voir Vijgen, 2002, à l'Annexe V, Bibliographie.

¹³⁸ Ibid.

¹³⁹ Voir PNUE, 2004b, et Vijgen, 2004, à l'Annexe V, Bibliographie.

¹⁴⁰ Voir CMPS&F – Environment Australia, 1997, à l'Annexe V, Bibliographie.

269. *Capacité* : les unités de démonstration actuelles pour l'oxydation dans l'eau supercritique sont capables de traiter 500 kg/h, mais les unités industrielles seront conçues pour traiter 2 700 kg/h.¹⁴¹

270. *Autres questions pratiques* : les modèles anciens étaient sujets à des problèmes de fiabilité, de corrosion et de colmatage. Les fournisseurs actuels affirment que ces problèmes ont été résolus grâce à l'utilisation d'une conception spéciale du réacteur et de matériaux résistant à la corrosion.¹⁴²

271. *Etat de commercialisation* : une installation industrielle a récemment été mise en service au Japon. En outre, le procédé d'oxydation dans l'eau supercritique a été approuvé pour un développement et une utilisation à grande échelle dans le cadre du programme de destruction des armes chimiques mis en place par les Etats-Unis d'Amérique.

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

- a) Foster Wheeler Development Corporation (www.fosterwheeler.com);
- b) General Atomics (www.ga.com);
- c) Mitsubishi Heavy Industries, Ltd (www.mhi.co.jp).

k) Productions de métaux par procédés thermiques et métallurgiques

273. *Description du procédé* : les procédés décrits ci-après sont essentiellement conçus pour la récupération du fer et des métaux non ferreux par exemple, aluminium, cuivre, zinc, plomb et nickel à partir de concentrés de minerais ainsi que de matières premières secondaires (intermédiaires, déchets). Cependant, compte tenu de la nature des procédés, dans certains cas ils sont également utilisés sur une base commerciale pour la destruction des polluants organiques persistants contenus dans quelques déchets (voir paragraphe 275). On peut également trouver une description générale de plusieurs de ces procédés dans les documents de référence de la Commission européenne sur les meilleures techniques disponibles :^{143,144}

a) Les procédés utilisés pour la destruction des polluants organiques persistants présents dans les déchets contenant du fer font appel à certains types de hauts fourneaux, de fours à cuve ou de fours Martin. Tous ces procédés fonctionnent en atmosphère réductrice à des températures élevées (1 200°C - 1 450°C). La température élevée et l'atmosphère réductrice détruisent les PCDD et les PCDF contenus dans les déchets et évitent les synthèses de novo. Les procédés à hauts fourneaux et à four à cuve utilisent du coke et de petites quantités d'autres agents réducteurs pour réduire l'intrant contenant du fer et produire de la fonte. Il n'y a pas d'émissions directes de gaz de procédé car il est utilisé comme carburant secondaire. Dans le procédé à four Martin, la matière contenant du fer est chargée dans un four à sole multiple avec le charbon. L'oxyde de fer est directement réduit en fer réduit directe (FRD) à l'état solide. Lors d'une deuxième étape, le fer réduit est fondu dans un four électrique à arc pour produire de la fonte;

b) Les procédés utilisés pour la destruction des polluants organiques persistants présents dans les déchets contenant des métaux non ferreux sont le procédé Waelz à four rotatif et les procédés par bain de fusion utilisant des fours verticaux ou horizontaux. Ce sont des procédés réducteurs qui atteignent des températures de 1 200°C et utilisent un trempage rapide, ce qui permet de détruire les PCDD et les PCDF et d'éviter les synthèses de novo. Dans le procédé Waelz, les poussières, boues, gâteaux de filtre et autres déchets à teneur en zinc sont agglomérés en boulettes par addition d'un agent de réduction. A des températures de 1 200°C, le zinc s'évapore et se transforme en oxyde de zinc appelé oxyde Waelz, lequel est récupéré dans un système de filtration. Dans le procédé à four vertical, le cuivre présent dans les résidus est extrait par fusion à des températures d'au moins 1 200°C. Les poussières de filtrage sont utilisées pour produire du zinc et des composés de zinc. Dans le procédé à four horizontal, le plomb contenu dans les résidus et les concentrations de minerais sont déversés en continu dans un bain de fusion doté d'une zone d'oxydation et d'une zone de réduction à des températures de 1 000°C à 1 200°C. Le gaz de procédé (concentration de dioxyde de soufre supérieure à 10 %) est utilisé pour produire de l'acide sulfurique après récupération de la chaleur et dépolluier. Les poussières sont recyclées après lessivage du cadmium.

274. *Rendement* : pas de données disponibles sur les rendements de destruction et les rendements d'élimination par destruction.

¹⁴¹ Voir PNUE, 2004b, et Vijgen, 2002, à l'Annexe V, Bibliographie.

¹⁴² Ibid.

¹⁴³ Commission européenne, 2001a, annexe V, bibliographie.

¹⁴⁴ Commission européenne, 2001b, annexe V, bibliographie.

275. *Types de déchets* : les procédés décrits au paragraphe 273 ci-dessus sont utilisés spécifiquement pour traiter les déchets suivants :

a) Résidus des procédés de fabrication du fer et de l'acier tels que les poussières ou les boues provenant de traitements gazeux ou calamines pouvant être contaminées par des PCDD et des PCDF;

b) Poussières de filtrage contenant du zinc provenant des aciéries, poussières provenant de systèmes d'épuration des gaz, dans la fusion du cuivre, etc., ou résidus de lessivage contenant du plomb provenant de la production de métaux non ferreux et pouvant être contaminés par des PCDD et des PCDF.

276. *Prétraitement* : les matières à teneur en fer recyclées à l'aide du procédé conventionnel à hauts fourneaux exigent un prétraitement dans une unité d'agglomération. Pour ce qui est du procédé à four à cuve (four « Oxycup »), les déchets contenant du fer sont transformés en briquettes. Il s'agit d'un procédé à froid dans lequel on ajoute un liant et de l'eau aux fines, lesquelles sont compressées en briquettes, séchées et durcies. En général, le procédé à four à sole multiple ne nécessite aucun prétraitement, même si dans certains cas les fines solides doivent être transformées en granulats. Il suffit simplement d'ajouter de l'eau et de former des granulats dans un tambour. Les métaux non ferreux n'exigent en général aucun prétraitement particulier des matières contaminées par des polluants organiques persistants.

277. *Emissions et résidus* : la production de fer et de métaux non ferreux peut entraîner la formation de PCDD et de PCDF lors du procédé ou en aval dans le système de traitement des gaz de combustion. L'application des meilleures techniques disponibles devrait toutefois prévenir ou au moins minimiser ces émissions. Lors de l'utilisation des procédés décrits au paragraphe 273 pour la destruction des polluants organiques persistants contenus dans les déchets, des techniques de contrôle des rejets et de post-traitements sont nécessaires (voir le paragraphe 278 ci-après). Lorsque l'on utilise ces techniques, les émissions de PCDD et de PCDF dans l'atmosphère sont inférieures à 0,1 ng TEQ/Nm³. Les scories sont dans de nombreux cas utilisées à des fins de construction. En ce qui concerne les métaux ferreux, des émissions peuvent se produire à la suite du prétraitement dans une unité d'agglomération ainsi qu'à partir des effluents gazeux des fours de fusion. Les résidus provenant du système de dépoussiérage sont essentiellement utilisés dans l'industrie des métaux non ferreux. Les effluents gazeux des fours à sole multiple sont dépoussiérés par un cyclone, traités par post-combustion, trempés et nettoyés par addition d'un adsorbant et d'un filtre à manche. Les effluents gazeux du four de fusion subissent également un traitement par post-combustion et sont trempés avant d'être mélangés aux effluents gazeux du four à sole multiple pour la phase d'adsorbance conjointe. Pour les métaux non ferreux, les résidus comprennent les poussières de filtrage et les boues provenant du traitement des eaux usées.

278. *Maîtrise des rejets et post-traitement* : le contrôle des températures et un refroidissement rapide sont souvent des moyens utiles pour minimiser la formation des PCDD et des PCDF. Il est nécessaire de traiter les gaz de procédé pour éliminer les poussières qui sont essentiellement composées de métaux, d'oxydes métalliques ainsi que de dioxyde de soufre lors de l'extraction de matériaux sulfureux par fusion. Dans l'industrie des métaux ferreux, les gaz résiduels des usines d'agglomération sont traités à l'aide d'un précipitateur électrostatique suivi du traitement des gaz de combustion, par exemple technique d'adsorption suivie d'un filtre à manche additionnel. Les effluents gazeux provenant du four à sole multiple sont dépoussiérés par un cyclone et traités par post-combustion, avant trempage et nouveau nettoyage par addition d'un adsorbant puis d'un filtre à manche. Les gaz résiduels provenant des fours de fusion associés exigent également un traitement par post-combustion et un trempage puis sont associés aux flux de gaz résiduels des fours à sole multiple pour traitement ultérieur par addition d'un adsorbant et d'un filtre à manche. Les techniques de traitement adaptées à la production de métaux non ferreux comprennent notamment l'utilisation de sacs filtrants, de précipitateurs électrostatiques ou épurateurs, d'unités d'acide sulfurique ou de techniques d'adsorption à l'aide de charbon.

279. *Besoins énergétiques* : les procédés de production du fer et des métaux non ferreux consomment beaucoup d'énergie avec des différences importantes entre les divers métaux. Le traitement des polluants organiques persistants contenus dans les déchets lors de ces procédés consomme peu d'énergie supplémentaire.

280. *Matières requises* : pour la production des métaux, on utilise des matières premières (minerais, concentrations ou matière secondaire) ainsi que des additifs (par exemple sable, calcaire), des réducteurs (charbon et coke) et des combustibles (pétrole et gaz). Le contrôle de la température afin d'éviter une nouvelle synthèse des PCDD et des PCDF nécessite de l'eau supplémentaire pour le refroidissement.

281. *Mobilité* : la fusion des métaux se fait dans de grandes unités à configuration fixe.
282. *Santé et sécurité* : le traitement des déchets par procédés thermiques est en général sans danger s'il est bien conçu et correctement mis en œuvre.
283. *Capacité* : les unités de fusion décrites ci-dessus peuvent traiter plus de 100 000 tonnes par an. L'expérience actuelle avec addition à la charge de déchets contaminés par des polluants organiques persistants porte sur des quantités bien plus petites mais il pourrait être possible de traiter des quantités plus importantes et des études sont actuellement menées à cet effet.
284. *Autres questions pratiques* : aucune.
285. *Etat de commercialisation* : la production de fonte à partir de matières contenant du fer provenant de la production du fer et de l'acier dans un haut fourneau conventionnel est actuellement en cours en Allemagne depuis quelques années (www.dk-duisburg.de). Un four à cuve (four « Oxycup ») est actuellement utilisé en Allemagne depuis 2003 (www.thyssenkrupp.com). Le procédé à four Martin est utilisé industriellement au Luxembourg depuis 2003 (www.paulwurth.com) ainsi qu'en Italie (www.lucchini.it). Le procédé à four rotatif Waelz est largement utilisé sur la base des meilleures techniques disponibles dans différents sites en Europe (www.bus-steel.com). Le procédé de fusion à bain vertical est utilisé en Allemagne (www.na-ag.com) tout comme le procédé de fusion à bain horizontal (www.berzelius.de).
286. *Fournisseurs* : étant donné que les unités faisant appel à ces procédés ne sont pas utilisées à la base pour la destruction des polluants organiques persistants contenus dans les déchets, il n'existe pas de fournisseurs d'unités destinées à ce seul usage.

I) Conversion des déchets en gaz

287. *Description du procédé* : le procédé¹⁴⁵ fait appel à un prétraitement par gazéification et à une technologie de traitement en vue de la récupération des hydrocarbures contenus dans les déchets à des températures élevées (1 300 °C – 2 000 °C) et à des pressions élevées (environ 25 bar) utilisant de la vapeur et de l'oxygène pur dans une atmosphère réductrice.¹⁴⁶ Toutes les molécules d'hydrocarbures dans les déchets sont scindées de manière irréversible en petites molécules gazeuses telles que l'hydrogène (H₂) et le monoxyde de carbone (CO), le méthane (CH₄) et le dioxyde de carbone (CO₂). De petites chaînes d'hydrocarbures notamment éthane (C₂H₆), propane (C₃H₈), butane (C₄H₁₀) et autres composés sont produites en petites quantités (< à 1 vol. %). Les polluants organiques persistants y compris les PCB présents dans les déchets sont détruits. Le gaz naturel qui en résulte est ensuite converti en gaz de synthèse pur pour la production de méthanol de qualité supérieure, au cours d'un procédé en plusieurs étapes.
288. *Rendement* : des rendements de 99,974 % ont été signalés pour les PCDD et les PCDF.¹⁴⁷
289. *Types de déchets* : ce procédé convient à une grande diversité de déchets organiques existant à des états physiques différents, par exemple solide, liquide, de boue, de pâte, contenant des polluants organiques persistants ou contaminés par ceux-ci. Les déchets contenant des PCB ou contaminés par ceux-ci (jusqu'à 500 mg/kg de déchets) et des PCDD/PCDF (jusqu'à 50 ng TEQ/kg) peuvent être traités. Les niveaux de chlore dans les déchets dangereux peuvent atteindre jusqu'à 6 wt % (fluides) et 10 wt % (solides).
290. *Prétraitement* : étape a) : il est nécessaire de réduire la taille des déchets solides mesurant 80 x 140 mm. Les déchets solides inférieurs à cette taille passent directement à l'étape b). Les métaux ferreux et non ferreux sont séparés des déchets solides. Après agglomération en boulettes, les déchets passent à l'étape b). Dans le cas de déchets liquides et pâteux, les boues, les solides et l'eau sont séparés par sédimentation et séparation par densité. Le pétrole prépurifié est distillé afin d'atteindre une teneur en eau inférieure à 1 %. Il n'existe pas de limites de teneur en eau pour les boues devant être chargées dans le gazogène à flux forcé. Etape b) : la gazéification des déchets (y compris le séchage et le dégazage) produit du gaz naturel pour un traitement ultérieur.

¹⁴⁵ B. Buttker et al., 2005, annexe V, bibliographie.

¹⁴⁶ SVZ utilise trois types de gazogène : gazogène à lit pressurisé, gazogène BGL à cendres fondues, gazogène à flux forcé.

¹⁴⁷ Les rendements de destruction signalés reposent essentiellement sur des concentrations faibles de PCDD/PCDF de 34,08 ng TEQ/kg dans les déchets traités. Les rendements de destruction atteignent 99,99143 lorsque la concentration de PCDD/PCDF dans les déchets s'élève à 50,000 ng TEQ/kg. Voir B. Buttker et al., 2006.

291. *Emissions et résidus* : les composés de soufre et d'azote contenus dans le gaz naturel sont séparés dans des unités de traitement du gaz sans émissions, à l'aide d'un système à pression scellé. Les traces de polluants organiques persistants (0,0034 ng TEQ/Nm³)¹⁴⁸ dans le gaz naturel sont finalement détruites dans le gazogène à flux forcé à des températures de 2 000 °C. Aucun PCB, PCDD et PCDF n'a été détecté par des moyens analytiques ni dans le méthanol produit ni dans l'air, les scories et le gypse. Des scories vitrifiées peuvent contenir des composés de métaux lourds; ces scories peuvent être recyclées par exemple en matières isolantes. Etant donné que le procédé de conversion des déchets en gaz s'effectue dans une atmosphère réductrice, la possibilité de formation de PCDD et de PCDF est limitée. Les émissions de PCDD et de PCDF dans l'air sont signalées comme suit : unité de désulfuration 0,0006 ng TEQ/Nm³; générateur de vapeurs 0,0029 ng TEQ/Nm³.¹⁴⁹

292. *Maîtrise des rejets et post-traitement* : le CO₂ et les autres gaz sont déjà éliminés du gaz naturel en fractions séparées utilisant un adsorbant organique (méthanol) à des températures inférieures à zéro. Les gaz inflammables sont brûlés dans un générateur de vapeurs; ce procédé permet de produire de la vapeur de qualité supérieure.

293. *Besoins énergétiques* : les déchets sont traités à l'aide d'un mélange de gazéification contenant au moins 15 wt % de charbons afin de garantir des conditions stables lors du procédé. Aucune énergie supplémentaire sous forme d'électricité ou de vapeur n'est nécessaire.

294. *Matières requises* : les technologies de gazéification utilisées nécessitent un agent de gazéification (vapeur et oxygène). Les autres matières nécessaires comprennent le carbonate de calcium (calcaire) pour agir sur la viscosité des scories.

295. *Mobilité* : la technologie de gazéification n'est disponible qu'en configuration fixe.

296. *Santé et sécurité* : le procédé détruit efficacement les polluants organiques persistants dans un système à boucle fermée sans danger pour la santé humaine ou l'environnement. L'utilisation d'hydrogène à l'état gazeux sous pression nécessite des contrôles et des précautions adaptés pour éviter la formation de mélanges air-hydrogène explosifs. L'expérience acquise depuis 1992 montre que ce procédé peut être mis en œuvre sans danger.

297. *Capacité* : il est possible de traiter environ 300 000 tonnes de déchets solides et environ 60 000 tonnes de déchets liquides et pâteux par an.

298. *Autres questions pratiques* : des installations de stockage respectueuses de l'environnement et appropriées sont indispensables étant donné les quantités importantes qui doivent être gérées.

299. *Etat de commercialisation* : un unité de gazéification des déchets est commercialisée en Allemagne depuis 1992 dans la Sekundärrohstoff-Verwertungszentrum Schwarze Pumpe (SVZ). Plus de 2,5 millions de tonnes de déchets ont été traitées au cours des dix dernières années.

300. *Fournisseurs* : Sustec Holding détient le brevet de la technologie du gazogène à flux forcé. Sustec vend les licences d'utilisation de cette technologie. Les licences d'utilisation de la technologie du gazogène à cendres fondues sont vendues par Sustec Schwarze Pumpe Inc. ainsi que Envirotherm Inc. (www.svz-gmbh.de).

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

301. 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 mentionnée à la sous-section A de la section III ci-dessus, les pays peuvent autoriser l'élimination de ces déchets par d'autres méthodes que celles qui sont décrites dans la sous-section 2 de la section G du chapitre IV.

302. Les déchets contenant des POP ou contaminés par ces substances 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 à l'alinéa d) ci-après), de la sidérurgie et de la métallurgie thermique de l'aluminium, du plomb, du zinc, du cuivre et d'autres métaux non ferreux. Ces déchets incluent le mâchefer, les scories, les scories salées, les cendres volantes, les poussières de chaudière, les poussières des gaz de combustion, d'autres matières particulaires et poussières, les déchets solides

¹⁴⁸ B. Buttker et al., 2006, annexe V, bibliographie.

¹⁴⁹ Ibid.

provenant du traitement des gaz, les scories noires, les déchets provenant du traitement des scories salées et des scories noires, les mattes et les écumes;

- b) Revêtements et réfractaires à base de carbone ou autres, provenant des processus de l'industrie métallurgique;
- c) Déchets ci-après provenant de travaux de construction et de démolition :
 - i) Mélanges ou fractions séparées de béton, briques, tuiles et matériaux céramiques;
 - ii) Fraction inorganique de sols et de pierres, y compris les sols excavés provenant de sites contaminés;
 - iii) Déchets de construction et de démolition contenant des PCB, à l'exclusion des appareils contenant des PCB;
- d) Déchets d'incinération ou de pyrolyse de déchets, notamment déchets solides provenant du traitement des gaz, cendres de foyer, scories, cendres volantes et poussières de chaudière;
- e) Déchets vitrifiés et déchets provenant de la vitrification, y compris les cendres volantes et les autres déchets résultant du traitement des gaz de combustion et la phase solide non vitrifiée.

303. L'autorité compétente du pays concerné devrait avoir l'assurance que la destruction ou la transformation irréversible des POP contenus, réalisée conformément aux meilleures pratiques environnementales ou aux meilleures techniques disponibles, ne constitue pas l'option préférable du point de vue écologique.

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

a) Décharge spécialement aménagée¹⁵⁰

305. Toute mise en décharge ne devrait s'effectuer que d'une manière qui réduise au minimum le risque que les POP contenus pénètrent dans l'environnement. On peut y parvenir en procédant à un prétraitement. Une décharge spécialement aménagée devrait, d'une manière générale, être conforme aux prescriptions concernant l'emplacement, le conditionnement, la gestion, le contrôle, la fermeture et les mesures de prévention et de protection à prendre contre toute menace pour l'environnement à court et à long terme, notamment pour ce qui est des mesures visant la pollution des eaux souterraines par l'infiltration de lixiviat dans le sol. La protection du sol, des eaux souterraines et des eaux superficielles devrait être assurée à la fois par une barrière géologique et un revêtement de fond durant la phase opérationnelle et par une barrière géologique et un revêtement de couverture pendant la phase de fermeture et par la suite. Il faudrait également prendre des mesures pour réduire la production de méthane et instituer un contrôle des gaz dans la décharge. Il faudrait en outre adopter une procédure uniforme d'acceptation des déchets sur la base d'une procédure de classement des déchets acceptables dans la décharge comportant en particulier des valeurs limites standardisées. De surcroît, des procédures de surveillance durant les phases opérationnelle et post-fermeture devraient être instaurées en vue de déterminer les effets nocifs potentiels de la décharge pour l'environnement et de prendre les mesures correctives appropriées. Une procédure d'autorisation spécifiques devrait être adoptée pour une décharge. Les autorisations devraient comporter des spécifications relatives aux types de déchets et aux concentrations admis, aux systèmes de contrôle des lixiviats et des gaz, à la surveillance, à la sécurité sur le site ainsi qu'à la fermeture et à la phase de post-fermeture.

306. Les déchets suivants contenant des PCB ou contaminés par ces substances ne se prêtent pas à une mise en décharge dans un endroit spécialement aménagé :

- a) Liquides et matières contenant des liquides à l'état libre;
- b) Déchets organiques biodégradables;
- c) Conteneurs vides, à moins qu'ils ne soient écrasés, broyés ou réduits de volume d'une manière analogue;
- d) Explosifs, solides inflammables, matières auto-inflammables, matières réactives à l'eau, comburants et peroxydes organiques.

¹⁵⁰ Pour de plus amples informations, voir *Technical Guidelines on Specially Engineered Landfill (D5)*, PNUE, 1995d, à l'Annexe V, Bibliographie.

b) Stockage permanent dans des mines et formations souterraines

307. Le stockage permanent dans des installations souterraines aménagées dans des mines de sel et des formations de roches dures isolées du point de vue géologique et hydrologique est une option permettant d'isoler les déchets dangereux de la biosphère pendant des périodes géologiques. Pour chaque installation de stockage souterrain prévue, une évaluation de la sécurité du site devrait être effectuée conformément à la législation nationale applicable, par exemple aux dispositions figurant à l'appendice A de l'Annexe à 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.

308. Il faudrait éliminer les déchets de façon à exclure toute réaction indésirable entre différents déchets ou entre les déchets et le revêtement de l'enceinte de stockage, notamment en les stockant dans des conteneurs chimiquement et mécaniquement sûrs. Les déchets liquides, gazeux, émettant des gaz toxiques, explosifs, inflammables ou infectieux ne devraient pas être stockés dans des mines souterraines. Les permis d'exploitation devraient spécifier les types de déchets qu'il convient d'exclure de façon générale.

309. Les points suivants devraient être pris en compte pour la sélection de stockages permanents aux fins de l'élimination de déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances :

- a) Les cavernes ou tunnels utilisés pour le stockage devraient être complètement isolés des zones d'activité minière et des zones susceptibles d'être rouvertes à ces activités;
- b) Les cavernes ou tunnels devraient se trouver dans des formations géologiques situées très en dessous des zones qui peuvent contenir des eaux souterraines ou dans des formations totalement isolées, par des roches imperméables ou des couches d'argile, des zones aquifères;
- c) Les cavernes ou tunnels devraient être situés dans des formations géologiques extrêmement stables et hors de toute zone sismique.

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

310. Si les déchets contenant des POP ou contaminés par ces substances à des concentrations inférieures à la faible teneur en POP ne sont pas éliminés à l'aide des méthodes décrites ci-dessus, ils doivent l'être conformément à la législation nationale et aux règles, normes et directives internationales pertinentes, y compris les directives techniques spécifiques élaborées dans le cadre de la Convention de Bâle. On trouvera des exemples de textes législatifs nationaux pertinents dans l'Annexe II du présent document.

H. Décontamination des sites contaminés

1. Identification des sites contaminés¹⁵¹

311. Sur les sites de stockage, des pratiques inadaptées en matière de manipulation et de stockage peuvent en particulier se traduire par des rejets de POP entraînant une contamination des sites par de hauts niveaux de POP qui risquent de poser de sérieux problèmes de santé. L'identification de ces sites est la première étape dans la gestion des problèmes potentiels.

312. L'identification de ces sites peut être menée en plusieurs étapes, qui sont notamment les suivantes :

- a) Identification des sites suspects, tels que ceux impliqués dans :
 - i) La fabrication de POP;
 - ii) La préparation de pesticides, ainsi que le remplissage et le remplissage de transformateurs;
 - iii) L'utilisation de POP, notamment l'application de pesticides et la mise en place de transformateurs;
 - iv) L'élimination de déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances;
- b) Passage en revue des données actuelles et anciennes relatives aux sites suspectés;

¹⁵¹ Pour de plus amples informations sur l'identification des sites contaminés, voir les documents intitulés « Evaluation de la contamination des sols – manuel de référence No. 8 » (FAO, 2000) et « Document d'orientation sur la gestion des sites contaminés au Canada » (Conseil canadien des ministres de l'environnement, 1997). Annexe V, Bibliographie.

c) Programme de tests préliminaires visant à confirmer la présence ou l'absence des contaminants suspectés et à caractériser les conditions physiques sur le site suspecté;

d) Programme de tests approfondis visant à définir plus précisément la nature de la contamination du site et à réunir les données complémentaires qui peuvent être nécessaires.

2. Décontamination écologiquement rationnelle¹⁵²

313. Les critères relatifs à la contamination des sites établis par les gouvernements à l'aide de techniques d'évaluation des risques servent d'objectifs généraux dans la décontamination des sites. Des critères distincts peuvent être élaborés ou adoptés pour les sols, les sédiments et les eaux souterraines. On fait souvent une distinction entre les sols à usage industriel (critères les moins contraignants) et ceux à usage commercial, résidentiel ou agricole (critères les plus contraignants). On trouvera des exemples de tels critères dans l'arrêt fédéral allemand sur la protection des sols et les sites contaminés, l'ordonnance suisse sur la pollution des sols et les directives canadiennes sur la qualité de l'environnement.¹⁵³

I. Santé et sécurité¹⁵⁴

314. D'une façon générale, trois grands types de mesures permettent de protéger les travailleurs et les membres du public contre les risques chimiques (par ordre de préférence) :

a) Tenir les travailleurs et les membres du public éloignés de toutes les sources de contamination possibles;

b) Contrôler les contaminants de façon à réduire au minimum les possibilités d'exposition;

c) Protéger les travailleurs en utilisant des équipements de protection individuelle.

315. Des informations sur la santé et la sécurité sont également disponibles auprès de l'Organisation internationale du travail (1999a et 1999b), dans la base de données INCHEM mise en place par le Programme international sur la sécurité des substances chimiques (PISC) et dans la circulaire administrative d'orientation HS(G)66 intitulée "Protection of workers and the general public during the development of contaminated land" publiée par le Gouvernement britannique. Des exemples d'application pratique se trouvent dans PNUE 2001.

316. Des plans de protection sanitaire et de sécurité devraient être en place dans toutes les installations où des déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par de telles substances sont manipulés, afin d'assurer la protection de toutes les personnes se trouvant à l'intérieur et à proximité de ces endroits. Le plan de protection sanitaire et de sécurité de chaque installation devrait être établi par un spécialiste dûment formé aux questions de santé et de sécurité et ayant l'expérience de la gestion des risques pour la santé liés aux POP concernés.

317. Tous les plans de protection sanitaire et de sécurité devraient répondre aux principes énoncés ci-dessus et être conformes aux normes locales ou nationales du travail. La plupart des programmes de protection sanitaire et de sécurité définissent différents niveaux de sécurité qui correspondent à des niveaux de risque dépendant du site considéré et de la nature des matériaux contaminés qu'il renferme. Le niveau de protection assuré aux travailleurs devrait correspondre au niveau de risque auquel ils sont exposés. La détermination des niveaux de risque et l'évaluation de chaque situation devraient être effectuées par des professionnels de la santé et de la sécurité. Deux cas de figure, en l'occurrence, ceux des situations à haut risque et des situations présentant des risques moins élevés sont envisagées ci-après.

¹⁵² On trouvera des informations sur les méthodes employées actuellement pour assainir des sites contaminés par des POP dans différentes sources et notamment : FRTR (2002), Agence américaine pour la protection de l'environnement (1993 et 2000) et Vijgen (2002). Voir Annexe V, Bibliographie.

¹⁵³ Voir Conseil canadien des ministres de l'environnement, 2002, à l'Annexe V, Bibliographie.

¹⁵⁴ On pourra obtenir de plus amples informations sur la santé et la sécurité auprès de l'Organisation internationale du Travail (1999a et 1999b), de l'Organisation mondiale de la santé (1995 et 1999) et de l'IPCS INCEM (sans date). Voir Annexe V, Bibliographie.

1. Situations à haut risque

318. Les situations à haut risque résultent de la présence de fortes concentrations ou de volumes importants de déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par de telles substances et d'un potentiel d'exposition élevé. Ces situations peuvent conduire à une contamination des travailleurs et du public. Des efforts particuliers devraient être faits pour réduire au minimum l'exposition de ce dernier. De plus, il faudrait lui fournir des orientations destinées à le mettre au courant des risques potentiels et des mesures à prendre en cas d'exposition.

319. Il n'existe pas de définition internationale de ce qui constitue un volume important ou une forte concentration. Les employeurs et les employés devraient se laisser guider par les conseils et opinions des professionnels de la santé et de la sécurité, des représentants du personnel, des ouvrages spécialisés et des pouvoirs publics. Les endroits susceptibles de donner naissance à des situations à haut risque sont, entre autres, les suivants :

- a) Sites où des POP sont produits, manipulés ou employés;
- b) Entrepôts et lieux de stockage de grands volumes de produits chimiques ou de déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces derniers;
- c) Installations de traitement ou d'élimination de déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces derniers;
- d) Sites contaminés par de fortes concentrations de POP en surface ou à proximité de la surface.

320. Les mesures de protection sanitaire et de sécurité à prendre dans de tels endroits devraient au minimum inclure les suivantes :

- a) Rédiger, pour chaque site, un plan de protection sanitaire et de sécurité et l'afficher sur les lieux;
- b) Faire en sorte que les travailleurs qui ont accès au site étudient ce document et le signent pour confirmer qu'ils l'ont lu et compris;
- c) Lors de l'élaboration du plan, qui peut englober tous les dangers pouvant se présenter sur le site, consacrer une section ou un chapitre aux procédures relatives aux POP;
- d) Faire en sorte que les travailleurs ne se rendent sur le site que lorsque c'est nécessaire, pour inspecter l'installation et les produits stockés ou procéder à des opérations d'entretien;
- e) Veiller à ce que le personnel opérant dans l'enceinte ait préalablement reçu une formation adéquate sur la protection de la santé, la sécurité et le travail dans un milieu présentant des dangers chimiques, physiques ou biologiques;
- f) Organiser annuellement une formation en matière de santé et de sécurité;
- g) Entreprendre des analyses systématiques de l'air pour détecter la présence de POP;
- h) Le cas échéant, veiller à ce que tout travailleur pénétrant dans l'enceinte porte un masque respiratoire approprié et des vêtements de protection imperméables couvrant l'ensemble du corps (combinaison avec cagoule, visière, gants et protège-chaussures, ou combinaison intégrale);
- i) Prévoir des nécessaires de nettoyage en cas de déversement et des équipements de décontamination individuelle dans toutes les zones contenant des POP;
- j) Veiller à ce que les membres du personnel qui sont ou qui peuvent être tenus de se rendre régulièrement sur le site ou de travailler avec des POP fassent l'objet d'un suivi médical comportant, entre autres, un examen initial;
- k) Lorsque des POP doivent être manipulés en système ouvert ou que l'on peut raisonnablement s'attendre à ce que les vêtements de protection des travailleurs entrent en contact avec des POP, établir une zone de décontamination permettant de retirer les équipements de protection et de se nettoyer;
- l) Réexaminer le plan de protection sanitaire et de sécurité ainsi que les procédures générales de travail au moins une fois par an et les réviser s'il y a lieu, afin d'améliorer la sécurité et la protection sanitaire sur le site.

2. Situations présentant des risques moins élevés

321. Comme précédemment, il n'existe pas de définition claire de ce qui constitue un volume peu important ou une faible concentration. La détermination de ces caractéristiques se fait par comparaison avec les chiffres donnés dans les directives gouvernementales, ou par des évaluations des risques propres à chaque site. Au nombre des endroits présentant des risques moins élevés, on pourrait inclure les suivantes :

- a) Sites contenant des matières contaminées par des POP en quantités peu importantes ou peu concentrés;
- b) Locaux de stockage réglementé contenant de faibles quantités de POP;
- c) Sites contaminés par de faibles concentrations de POP ou sur lesquels une contamination directe de la population ne peut pas se produire.

322. Même si les risques sont peu importants, il convient de prendre des mesures de protection sanitaire et de sécurité destinées à réduire au minimum la possibilité d'une contamination. Cela comprend la formation en matière de santé et de sécurité des membres du personnel susceptibles d'entrer en contact avec des POP.

J. Intervention d'urgence¹⁵⁵

323. Des plans d'intervention d'urgence devraient être en place pour tous les POP en cours de production, en service, en stock, en cours de transport ou sur des sites d'élimination. Les plans d'intervention d'urgence peuvent varier selon la situation ou le type de POP, mais tous comportent notamment les principaux éléments suivants :

- a) Identification de tous les dangers, risques et événements accidentels potentiels;
- b) Inventaire de la réglementation nationale et locale applicable aux plans d'intervention en cas d'urgence;
- c) Planification en fonction des situations d'urgence possibles et des interventions envisageables;
- d) Tenue d'un inventaire complet et à jour de tous les POP présents sur le site;
- e) Formation du personnel aux activités d'intervention, notamment par des exercices de simulation, ainsi qu'aux premiers secours;
- f) Maintien de moyens d'intervention en cas de déversement ou recours aux services d'une entreprise spécialisée dans ce domaine;
- g) Notification de l'emplacement des POP et des itinéraires de transport aux services de lutte contre l'incendie, à la police et aux autres services publics chargés des interventions d'urgence;
- h) Mise en place de mesures d'atténuation comme, par exemple, des extincteurs automatiques d'incendie, des installations de rétention en cas de déversement et de confinement de l'eau utilisée dans la lutte anti-incendie, des systèmes d'alarme en cas de déversement ou d'incendie, et des cloisons pare-feu;
- i) Mise en place de systèmes de communication en cas d'urgence (notamment, signalisation des issues de secours, numéros de téléphone, emplacement des systèmes d'alarme et instructions pour les interventions en cas d'urgence);
- j) Mise en place et maintien de nécessaires d'intervention en cas d'urgence comportant des sorbants, des équipements de protection individuelle, des extincteurs portatifs et des trousseaux de premiers secours;
- k) Intégration des plans de l'installation aux plans d'intervention d'urgence établis aux niveaux local, régional, national ou mondial, le cas échéant;
- l) Vérification à intervalles réguliers du matériel d'intervention en cas d'urgence avec réexamen du plan d'intervention.

¹⁵⁵ On trouvera des informations sur les plans d'intervention d'urgence dans d'autres directives élaborées par des organisations internationales, notamment le document de l'OCDE intitulé « Principes directeurs de l'OCDE pour la prévention et l'intervention en matière d'accidents chimiques », deuxième édition (2003), et par des gouvernements ou organismes nationaux, régionaux ou locaux (comme les organismes de coordination de la protection civile et des interventions d'urgence et les services de lutte contre l'incendie).

324. Les plans d'intervention en cas d'urgence devraient être établis collectivement par une équipe multidisciplinaire comprenant des spécialistes de telles interventions, des membres du personnel médical, des chimistes et des techniciens, ainsi que des représentants du personnel et de la direction. Le cas échéant, des représentants des collectivités susceptibles d'être affectées devraient également participer à leur élaboration.

K. Participation du public

325. La participation du public est un principe central de la Déclaration de Bâle pour la gestion écologiquement rationnelle et de nombreux autres accords internationaux. Il est essentiel que le public et tous les groupes de parties prenantes aient la possibilité de participer à l'élaboration de la politique relative aux POP, à la planification des programmes, à l'élaboration de la législation, à l'examen des documents et données et à la prise des décisions concernant les problèmes locaux liés aux POP. Les alinéas g) et h) du paragraphe 6 de la Déclaration de Bâle traitent de l'intensification de l'échange d'informations, de la formation et de la sensibilisation de tous les secteurs de la société ainsi que de la coopération et des partenariats entre pays, pouvoirs publics, organisations internationales, monde industriel, organisations non gouvernementales et établissements d'enseignement.

326. La Convention de Stockholm, à l'alinéa d) du paragraphe 1 de son article 10, invite chaque Partie, dans la mesure de ses moyens, à favoriser et faciliter la participation du public à la prise en considération des POP et de leurs effets sur la santé et l'environnement et à la mise au point de solutions appropriées, y compris les possibilités de contributions nationales à l'application de la Convention.

327. Conformément aux articles 6, 7, 8 et 9 de la Convention d'Aarhus de 1998 sur l'accès à l'information, la participation du public au processus décisionnel et l'accès à la justice en matière d'environnement, des actions assez précises doivent être menées en ce qui concerne la participation du public à certaines activités des pouvoirs publics, à la définition des plans, politiques et programmes et à l'élaboration de textes réglementaires ainsi que l'accès du public à la justice en matière d'environnement.

328. La participation du public à la mise en place de normes et règlements relatifs aux POP est essentielle. Tout gouvernement qui prévoit de mettre en place ou de modifier des règlements ou des politiques dans ce domaine devrait instaurer une procédure d'enquête publique ouverte à tous les individus ou groupes. Cela implique une invitation générale, via les médias et Internet, à formuler des commentaires, ou une invitation directe adressée aux individus et groupes suivants :

- a) Particuliers ayant manifesté de l'intérêt;
- b) Groupements civils locaux et, en particulier, associations locales de protection de l'environnement, pour ce qui concerne les problèmes locaux;
- c) Groupes de personnes particulièrement vulnérables, tels que les femmes, les enfants et les personnes les moins instruites;
- d) Groupements écologiques régionaux, nationaux ou mondiaux;
- e) Entreprises industrielles ou commerciales concernées;
- f) Associations commerciales;
- g) Syndicats et associations professionnelles;
- h) Associations d'experts;
- i) Autres instances publiques.

329. Un processus de participation du public peut comporter plusieurs phases. Les groupes peuvent être consultés avant que des modifications ou des programmes ne soient envisagés, au cours du processus d'élaboration des politiques et après l'élaboration de chaque projet de document fixant des orientations politiques. Les avis peuvent être sollicités par contact direct, par écrit ou via un site Internet.

330. On trouvera un exemple de consultation du public au sujet de l'élaboration de plans de gestion des POP dans le document intitulé « A case study of problem solving through effective community consultation » du Department of Environmental Health d'Australie.¹⁵⁶

¹⁵⁶ Voir Australia Department of Environmental Health, 2000, à l'Annexe V, Bibliographie.

Annexe I

Instruments internationaux

Outre les conventions de Stockholm et de Bâle, d'autres instruments internationaux comportent des dispositions relatives aux déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances, notamment :

- a) Le Protocole de 1998 relatif aux polluants organiques persistants, annexé à la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance de 1979;
- b) Le Protocole de 2003 sur les registres des rejets et transferts de polluants, annexé à la Convention d'Aarhus de 1998 sur l'accès à l'information, la participation du public au processus décisionnel et l'accès à la justice en matière d'environnement;
- c) La Convention de Bamako de 1991 sur l'interdiction d'importer en Afrique des déchets dangereux et sur le contrôle des mouvements transfrontières et la gestion des déchets dangereux produits en Afrique;
- d) La Convention interdisant l'importation de déchets dangereux et de déchets radioactifs dans les pays membres du Forum du Pacifique Sud et contrôlant les mouvements transfrontières et la gestion des déchets dans la région du Pacifique Sud (Convention de Waigani); et
- e) La décision C(2001)107/FINAL du Conseil de l'OCDE sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets destinés à des opérations de valorisation.

Annexe II

Exemples de textes législatifs nationaux pertinents

On trouvera ci-après des exemples de textes législatifs nationaux comportant des dispositions relatives à la gestion des déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances.

Pays	Texte législatif	Brève description
Allemagne	Décret fédéral sur la protection des sols et les sites contaminés	<ul style="list-style-type: none"> Fixe des niveaux d'intervention pour les sites contaminés par de l'aldrine, du DDT, de l'HCB, des PCB, des PCDD et des PCDF
Allemagne	Décret sur les décharges et les installations de stockage à long terme	<ul style="list-style-type: none"> Comporte une limite pour l'utilisation de sols contaminés par les PCB comme couche de remise en culture des décharges Interdit la mise en décharge de déchets susceptibles de nuire au bien-être du public en raison de leur teneur en substances toxiques à longue période ou bioaccumulables
Allemagne	Décret sur l'utilisation des déchets comme matériaux de remblayage	<ul style="list-style-type: none"> Comporte des limites pour l'utilisation de déchets contaminés par des PCB utilisés comme matériaux de remblayage.
Allemagne	Décret sur les boues d'épuration	<ul style="list-style-type: none"> Comporte des limites pour l'utilisation comme fertilisant de boues d'épuration contaminées par des PCB, PCDD et PCDF
Allemagne	Décret sur les déchets de bois	<ul style="list-style-type: none"> Comporte des limites pour le recyclage des déchets de bois contaminés par des PCB
Allemagne	Décrets sur les huiles usagées	<ul style="list-style-type: none"> Comporte des limites pour le recyclage des huiles contaminées par des PCB
Autriche	Loi sur la protection des sols	<ul style="list-style-type: none"> Comporte des valeurs limites rigoureuses pour l'utilisation comme fertilisant de boues d'épuration contaminées par des PCB, PCDD et PCDF
Brésil	Norme ABNT/NBR, n° 8371/1197	<ul style="list-style-type: none"> Procédures pour la manutention, le transport et le stockage des matériaux contenant des PCB.
Brésil	Résolution CETESB (Etat de São Paulo), n° 007/1197	<ul style="list-style-type: none"> Fixe les limites des PCDD et PCDF présents dans les émissions provenant des incinérateurs de déchets médicaux d'une capacité > 200 kg/jour
Brésil	Résolution CONAMA, n° 264/1999	<ul style="list-style-type: none"> Procédures d'autorisation environnementale du cotraitement des déchets dans les fours à ciment
Brésil	Résolution CONAMA, n° 313/2002	<ul style="list-style-type: none"> Prévoit un inventaire des stocks de PCB et déchets industriels
Brésil	Résolution CONAMA, n° 316/2002	<ul style="list-style-type: none"> Procédures et critères applicables au fonctionnement des systèmes de traitement thermique des déchets, fixe les limites des émissions de PCDD et de PCDF
Brésil	Résolution CONAMA, n° 334/2003	<ul style="list-style-type: none"> Procédures d'autorisation environnementale des établissements chargés de recevoir des lots de pesticides

Pays	Texte législatif	Brève description
Brésil	Résolution CETESB (Etat de São Paulo), n° 26/2003	<ul style="list-style-type: none"> • Fixe les limites des émissions de PCDD et de PCDF dans l'atmosphère provenant des fours à ciment traitant également des déchets
Brésil	Résolution CONAMA, n° 357/2005	<ul style="list-style-type: none"> • Fixe les niveaux maximum autorisés pour les polluants organiques persistants présents dans les effluents rejetés dans l'eau
Canada	Règlement fédéral sur le traitement et la destruction des BPC au moyen d'unités mobiles	<ul style="list-style-type: none"> • Comporte des normes d'émission pour les rejets de gaz, de liquides et de solides contaminés par des PCB, des PCDD et des PCDF
Communauté européenne	Règlement CE n° 850/2004 du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004 concernant les POP et modifiant la directive 79/117/CEE, modifié par le Règlement (CE) n° 1195/2006 du Conseil du 18 juillet 2006 portant modification de l'annexe IV du Règlement (CE) n° 850/2004	<ul style="list-style-type: none"> • L'article 7 comporte des dispositions relatives à la gestion des déchets constitués de POP, en contenant ou contaminés par ces substances
Communauté européenne	Directive du Conseil 96/59/CE du 16 septembre 1996 concernant l'élimination des polychlorobiphényles et des polychloroterphényles (PCB/PCT)	<ul style="list-style-type: none"> • Comporte des dispositions relatives à l'élimination des PCB et des PCT, et notamment la décontamination et/ou l'élimination du matériel et des PCB qu'il contient
Communauté européenne	Directive 86/280/CEE du Conseil du 12 juin 1986 concernant les valeurs limites et les objectifs de qualité pour les rejets de certaines substances dangereuses relevant de la liste I de l'Annexe de la directive 76/464/CEE et Directive 88/347/CEE du Conseil du 16 juin 1988 modifiant l'Annexe II de la directive 86/280/CEE concernant les valeurs limites et les objectifs de qualité pour les rejets de certaines substances dangereuses relevant de la liste I de l'Annexe de la directive 76/464/CEE	<ul style="list-style-type: none"> • L'Annexe II comporte des valeurs limites d'émission pour le rejet d'eaux usées contaminées par de l'aldrine, de la dieldrine, de l'endrine et du HCB qui résultent de la production
Communauté européenne	Directive 2000/76/CE du Parlement européen et du Conseil du 4 décembre 2000 sur l'incinération des déchets	<ul style="list-style-type: none"> • L'Annexe IV comporte des valeurs limites d'émission pour les rejets d'eaux usées contaminées par des PCDD et des PCDF qui résultent de l'épuration des gaz de combustion • L'Annexe V comporte des limites d'émission atmosphériques pour les PCDD et les PCDF
Communauté européenne	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	<ul style="list-style-type: none"> • Le paragraphe 2.1.2.2 de l'Annexe comporte des critères d'admission en décharge de déchets inertes contenant des PCB
Etats-Unis	US EPA 40 CFR 63 Subpart EEE National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants from Hazardous Waste Combustors	<ul style="list-style-type: none"> • Comporte des normes pour les rejets de PCDD et de PCDF dans les émissions atmosphériques
Etats-Unis	40 CFR 268.48 Universal Treatment Standards for Hazardous Wastes	<ul style="list-style-type: none"> • Comporte des normes pour le traitement des déchets dangereux avant élimination par épandage et le traitement des déchets aqueux avant rejet. Couvre tous les POP sauf le mirex
Etats-Unis	40 CFR 761.70 Normes d'incinération des PCB	<ul style="list-style-type: none"> • Comporte des normes pour les émissions atmosphériques, lors de l'incinération des PCB

Pays	Texte législatif	Brève description
Finlande	Décision du Conseil d'Etat (1070/1989) sur les restrictions à l'emploi des PCB et des PCT	<ul style="list-style-type: none"> Contient des valeurs limites pour les PCB et les PCT
Finlande	Décision du Conseil d'Etat (101/1997) sur la gestion des huiles usagées	<ul style="list-style-type: none"> Contient des valeurs limites pour les PCB dans l'huile régénérée et les huiles usagées destinées à être incinérées
Finlande	Décision du Conseil d'Etat (711/1998) sur la désaffectation des appareils contenant des PCB et sur le traitement des déchets de PCB	<ul style="list-style-type: none"> Contient des valeurs limites pour les PCB
Finlande	Décret du Conseil d'Etat (1129/2001) sur la liste de déchets et des déchets dangereux les plus courants	<ul style="list-style-type: none"> Contient des valeurs limites pour les PCB
Japon	Loi sur les mesures spéciales contre les dioxines	<ul style="list-style-type: none"> Contient des normes environnementales relatives à la dose journalière admissible pour l'air ambiant, l'eau (y compris les sédiments) et les sols et des normes relatives aux émissions et aux résidus pour les gaz, les effluents, les cendres et les poussières en ce qui concerne les PCDD, les PCDF et les PCB coplanaires
Japon	Loi sur les mesures spéciales contre les déchets de PCB	<ul style="list-style-type: none"> Contient des normes pour le traitement des matières plastiques et des métaux contaminés par des PCB
Japon	Loi sur les mesures spéciales contre la contamination des sols	<ul style="list-style-type: none"> Contient des normes pour le traitement des sols contaminés par des PCB
Japon	Loi sur la gestion des déchets et le nettoyage des villes	<ul style="list-style-type: none"> Comporte des critères relatifs aux déchets dangereux contenant des PCB, PCDD, PCDF et PCB coplanaires
Japon	Loi sur la lutte contre la pollution de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> Comporte des normes d'émission pour les effluents contenant des PCB
Mexique	Norme NOM-098 de 2004	<ul style="list-style-type: none"> Contient des normes d'émission et de rendement de destruction pour les incinérateurs
Mexique	Norme NOM-133 de 2001	<ul style="list-style-type: none"> Contient des règlements relatifs à la manipulation des PCB et un programme pour l'établissement d'inventaires
Norvège	Loi sur les produits norvégiens, articles 2 et 3 sur les substances dangereuses réglementées ou un mélange de substances et de produits contenant des substances dangereuses	<ul style="list-style-type: none"> Interdit la production, l'utilisation, l'importation et l'exportation de PCB, PCT et de produits contenant ces substances, y compris les condensateurs contenant des PCB
Norvège	Article 14 de la loi norvégienne sur les déchets relatif aux fenêtres isolantes obsolètes contenant des PCB	<ul style="list-style-type: none"> Énonce les conditions de collecte et de manutention des fenêtres obsolètes contenant des PCB applicables aux producteurs
Norvège	Article 2 de la loi norvégienne sur la pollution relatif à la décontamination des sites contaminés	<ul style="list-style-type: none"> Fixe des valeurs limites en dessous desquelles un sol est considéré comme décontaminé et apte à l'exploitation dans les zones sensibles
Suisse	Décret sur la pollution des sols	<ul style="list-style-type: none"> Fixe des niveaux d'intervention pour les sites contaminés par des PCB, PCDD et PCDF

Annexe III

Choix de méthodes d'analyse applicables aux déchets

1. Aldrine

- a) Méthode officielle AOAC 970.52. Méthode de dosage des résidus de pesticides organochlorés et organophosphorés. Méthodes multirésidus. 2005 AOAC International.
- b) Méthode officielle AOAC 955.22. Méthode de dosage des résidus de pesticides organochlorés et organophosphorés.
- c) Agence pour la protection de l'environnement. Méthode 8081A : pesticides organochlorés par chromatographie gazeuse (et détecteur à capture d'électrons).
- d) ISO 6468 (1996) : Qualité de l'eau -- Dosage de certains insecticides organochlorés, des polychlorobiphényles et des chlorobenzènes -- Méthode par chromatographie en phase gazeuse après extraction liquide-liquide
- e) ISO 10382 (2002) : Qualité du sol -- Dosage des pesticides organochlorés et des biphényles polychlorés -- Méthode par chromatographie en phase gazeuse avec détection par capture d'électrons

2. DDT

- a) Méthode officielle AOAC 970.52. Méthode de dosage des résidus de pesticides organochlorés et organophosphorés. Méthodes multirésidus. 2005 AOAC International.
- b) Méthode officielle AOAC 955.22. Méthode de dosage des résidus de pesticides organochlorés et organophosphorés.
- c) Agence pour la protection de l'environnement. Méthode 4042 : soil screening forum ministériel mondial sur DDT by immunoassay, EPA analytical chemistry guidance SW-846.
- d) Agence pour la protection de l'environnement. Méthode 8081A : pesticides organochlorés par chromatographie gazeuse (et détecteur à capture d'électrons).
- e) ISO 6468 (1996) : Qualité de l'eau -- Dosage de certains insecticides organochlorés, des polychlorobiphényles et des chlorobenzènes -- Méthode par chromatographie en phase gazeuse après extraction liquide-liquide
- f) ISO 10382 (2002) : Qualité du sol -- Dosage des pesticides organochlorés et des biphényles polychlorés -- Méthode par chromatographie en phase gazeuse avec détection par capture d'électrons

3. HCB

- a) Méthode officielle AOAC 970.52. Méthode de dosage des résidus de pesticides organochlorés et organophosphorés. Méthodes multirésidus. 2005 AOAC International.
- b) Méthode officielle AOAC 955.22. Méthode de dosage des résidus de pesticides organochlorés et organophosphorés.
- c) Agence pour la protection de l'environnement. Méthode 8081A : pesticides organochlorés par chromatographie gazeuse (et détecteur à capture d'électrons).
- d) ISO 6468 (1996) : Qualité de l'eau -- Dosage de certains insecticides organochlorés, des polychlorobiphényles et des chlorobenzènes -- Méthode par chromatographie en phase gazeuse après extraction liquide-liquide
- e) ISO 10382 (2002) : Qualité du sol -- Dosage des pesticides organochlorés et des biphényles polychlorés -- Méthode par chromatographie en phase gazeuse avec détection par capture d'électrons

4. PCB

- a) DIN 38414-20 (1996) : Méthodes allemandes normalisées pour l'examen de l'eau, des eaux usées et des boues – Boues et sédiments (groupe S) – Partie 20: détermination de 6 biphényles polychlorés (PCB) (P 20)
- b) EN 1948 (projet 2004) : Emissions de sources fixes. Détermination de la concentration massique en PCDD/PCDF et en PCB de type dioxine. Partie 1: prélèvement, Partie2: extraction et purification des PCDD/PCDF, et Partie 3: identification et quantification des PCDD/PCDF

- c) EN 12766-1 (2000) : Produits pétroliers et huiles usagées - Détermination des PCB et produits connexes - Partie 1 : séparation et dosage d'une sélection de congénères de PCB par chromatographie en phase gazeuse (CG) avec utilisation d'un détecteur à capture d'électrons (ECD)
- d) EN 12766-2 (2001) : Produits pétroliers et huiles usagées - Détermination des PCB et produits connexes - Partie 2 : calcul de la teneur en polychlorobiphényles (PCB)
- e) EN 61619 (2004) : Isolants liquides - Contamination par les polychlorobiphényles (PCB) - Méthode de détermination par chromatographie en phase gazeuse sur colonne capillaire
- f) Agence américaine pour la protection de l'environnement : Method 1668, Revision A: Chlorinated Biphenyl Congeners in Water, Soil, Sediment, and Tissue by HRGC/HRMS, United States Office of Water, EPA No. EPA 821-R-00-002, Environmental Protection Agency (4303), décembre 1999
- g) Agence américaine pour la protection de l'environnement : Method 4020: Screening for polychlorinated biphenyls by immunoassay (www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/pdfs/4020.pdf)
- h) Agence américaine pour la protection de l'environnement : Method 8080: Organochlorine Pesticides and PCBs
- i) Agence américaine pour la protection de l'environnement : Method 8082: Polychlorinated biphenyls (PCBs) by gas chromatography (www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/pdfs/8082.pdf)
- j) Agence américaine pour la protection de l'environnement : Method 8275A: Semivolatile organic compounds (PAHs and PCBs) in soils/sludges and solid wastes using thermal extraction/gas chromatography/mass spectrometry (TE/GC/MS), US-EPA analytical chemistry guidance SW-846
- k) Agence américaine pour la protection de l'environnement : Method 9078: Screening test method for polychlorinated biphenyls in soil (www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/pdfs/9078.pdf)
- l) Agence américaine pour la protection de l'environnement : Method 9079: Screening test method for polychlorinated biphenyls in transformer oil (www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/pdfs/9079.pdf)
- m) ISO 6468 (1996) : Qualité de l'eau -- Dosage de certains insecticides organochlorés, des polychlorobiphényles et des chlorobenzènes -- Méthode par chromatographie en phase gazeuse après extraction liquide-liquide
- n) ISO 10382 (2002) : Qualité du sol -- Dosage des pesticides organochlorés et des biphényles polychlorés -- Méthode par chromatographie en phase gazeuse avec détection par capture d'électrons
- o) JIS K 0093 : Méthode d'essai pour le bromobiphényle dans les eaux industrielles et les eaux usées
- p) Méthodes d'examen des normes pour les déchets généraux sous contrôle spécial et les déchets industriels sous contrôle spécial, Avis 192 du Ministère japonais de la protection sociale et du travail, 3 juillet 1992
- q) NEN 7374 (2004) : Caractéristiques de lixiviation – Essai en colonne pour la détermination de la lixiviation des PAH, des PCB, des OCP, des EOX, du phénol et des crésols dans les matériaux granulaires – Matériaux solides terreux et pierreux
- r) Norme NBR n° 13882 : 1197 Isolants électriques liquides – Détermination de la teneur en PCB
- s) Institut norvégien de recherche sur l'eau. Méthode n° H 3-2 : Détermination des composés organochlorés dans les sédiments, l'eau et les matières biologiques par chromatographie gazeuse
- t) NVN 7350 (1997) : Caractéristiques de lixiviation des matériaux de construction et des déchets solides terreux et pierreux – Essais de lixiviation – Détermination de la lixiviation des PAH, des PCB et des EOX dans les matériaux granulaires par l'essai en cascade
- u) NVN 7376 (2004) : Caractéristiques de lixiviation – Détermination de la lixiviation des PAH, des PCB, des OCP, des EOX, du phénol et des crésols dans les déchets de matériaux de construction et les déchets monolithiques – Matériaux solides terreux et pierreux

5. PCDD et PCDF

- a) EN 1948 (projet 2006) : Emissions de sources fixes. Détermination de la concentration massique en PCDD/PCDF et en PCB de type dioxine. Partie 1: prélèvement, Partie2: extraction et purification des PCDD/PCDF, et Partie 3: identification et quantification des PCDD/PCDF, partie 4 : prélèvement et analyse des PCB de type dioxine

- b) EN 1948 (1997) : Emissions de sources fixes. Détermination de la concentration massique en PCDD/PCDF. Partie 1: prélèvement, Partie2: extraction et purification, et Partie 3: identification et quantification
- c) Agence américaine pour la protection de l'environnement : Method 1613: Tetra-through Octa-Chlorinated Dioxins and Furans by Isotope Dilution HRGC/HRMS, October 1994, (www.epa.gov/waterscience/methods/1613.pdf)
- d) Agence américaine pour la protection de l'environnement : Method 0023A: Sampling Method for Polychlorinated Dibenzo-p-Dioxins and Polychlorinated Dibenzofuran Emissions from Stationary Sources. Revision 1 December 1996 (www.epa.gov/SW-846/pdfs/0023a.pdf)
- e) Agence américaine pour la protection de l'environnement : Method 8290A: Polychlorinated Dibenzodioxins (PCDDs) and Polychlorinated Dibenzofurans (PCDFs) by High-Resolution Gas Chromatography/High-Resolution Mass Spectrometry (HRGC/HRMS), revision 1 January 1998
- f) Agence américaine pour la protection de l'environnement : Method T09: Determination of polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs) in ambient air using high-resolution mass spectrometry (HRGC/HRMS)
- g) Agence américaine pour la protection de l'environnement : Method 8280A: The analysis of polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins and polychlorinated dibenzofurans by high resolution gas chromatography/low resolution mass spectrometry (HRGC/LRMS) (US-EPA analytical chemistry guidance SW-846)
- h) Agence américaine pour la protection de l'environnement : Method 8290: Polychlorinated dibenzodioxins (PCDDs) and polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) by high-resolution gas chromatography/high resolution mass spectrometry (HRGC/HRMS) (US-EPA analytical chemistry guidance SW-846)
- i) EPS (1990) : A Method for the Analysis of Polychlorinated Dibenzo-para-Dioxins (PCDDs), Polychlorinated Dibenzofurans (PCDFs) and Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in Samples from the Incineration of PCB Waste. Reference Methode 1/RM/2 and Reference Method 1/RM/3 (revised), May 1990
- j) ISO 18073 (2004) : Qualité de l'eau - Dosage des dioxines et furanes tétra- à octachlorés - Méthode par dilution d'isotopes HRGC/SMHR
- k) JIS K 0311 (1999) : Méthode de dosage des chlorodibenzo-*p*-dioxines tétra- à octachlorés, des chlorodibenzofuranes tétra- à octachlorés et des polychlorobiphényles coplanaires dans les émissions de sources fixes
- l) JIS K 0312 (1999) : Méthode de dosage des chlorodibenzo-*p*-dioxines tétra- à octachlorés, des chlorodibenzofuranes tétra- à octachlorés et des polychlorobiphényles coplanaires dans les eaux industrielles et les eaux usées
- m) Méthodes d'examen des normes pour les déchets généraux sous contrôle spécial et les déchets industriels sous contrôle spécial, Avis 192 du Ministère japonais de la protection sociale et du travail, 3 juillet 1992

6. Déchets solides, matériaux particuliers

Nordtest : Méthode NT ENVIR 004; Déchets solides, matières particulières : échantillonnage, ISSN 1238-4445, 1996

Annexe IV

Economie des méthodes de destruction et de transformation irréversible

Il convient de noter que les informations figurant dans les tableaux 1 et 2 ci-après sont uniquement destinées à donner une idée générale des coûts estimatifs liés aux diverses méthodes de destruction et de transformation irréversible examinées dans les présentes directives.

Ces informations ne sont pas représentatives car les données sont influencées par divers facteurs, tels que leur rareté, les différents moments où les estimations ont été établies, les monnaies différentes, les variations des taux de change, les coûts locaux de l'électricité, de la main-d'œuvre et des matières ainsi que la quantité de déchets concernée et l'usage qui est fait de la technologie (théoriquement, le coût de cette dernière devrait diminuer avec le temps).

On trouvera de plus amples informations dans le rapport intitulé « Inventory of Worldwide PCB Destruction Capacity ». La deuxième édition de ce rapport devrait être disponible prochainement.

Tableau 1: Estimations des coûts liés aux méthodes de destruction et de transformation irréversible

Méthodes de réduction et de transformation irréversible	Estimations des coûts	Source
Réduction par un métal alcalin	i. Huiles de transformateurs : US\$0,15/L, £500 - £1000/t, CAN\$4/gallon, CAN\$0,90/kg; et ii. Huiles usagées : CAN\$0,60/kg	Fournisseurs PNUE, 2004b
Décomposition catalysée par une base¹	i. Droits de licence variables; ii. Redevances d'exploitation : 5 % - 10 % des recettes/ventes brutes; iii. Dépenses d'investissement (réacteur pour la décomposition de 2 500 gallons) : US\$800 000 - US\$1,4M; iv. Dépenses d'exploitation : US\$728 - US\$1 772 selon la concentration des POP.	Trouvé en 2004 sur le site Web de la société BCD Inc
Hydrodéchloration catalytique	Pas de données disponibles	
Co-incinération en four de cimenterie	Pas de données disponibles	
Réduction chimique en phase gazeuse²	i. AUS\$4 000 à \$6 000/tonne de pesticides organochlorés sous forme solide; ii. AUS\$4 000 à \$8 000/tonne de PCB et de pesticides organochlorés sous forme liquide; iii. AUS\$6 000 à \$11 000/tonne de condensateurs contaminés par des PCB	CMPS&F – Environment Australia, 1997
Incinération des déchets dangereux	Voir le tableau 2 ci-après	
Réactions de déchloration photochimique et de déchloration catalytique	Données disponibles sur demande : i. Droits de licence; ii. Redevances ou dépenses d'exploitation	
Jet de plasma	Dépenses d'investissement ¹ (unité Plascon™ de 150 kW) : US\$ 1 million, selon la configuration. Dépenses d'exploitation : inférieures à AUS\$ 3000 (y compris la main-d'œuvre); généralement comprises entre \$AUS 1 500 et \$AUS 2 000 par tonne. Elles dépendent de facteurs tels que:	CMPS&F – Environment Australia, 1997; Rahuman et al., 2000; PNUE, 2004b

Méthodes de réduction et de transformation irréversible	Estimations des coûts	Source
	i. Les déchets introduits – structure moléculaire, poids et concentration; ii. Le coût de l'électricité; iii. Le coût de l'argon et de l'oxygène; iv. Les questions liées à l'emplacement géographique et au site; v. Le coût de la soude; et vi. Les limites d'émission à respecter	
Méthode au tert-butoxide de potassium	Pas de données disponibles	
Oxydation dans l'eau supercritique et oxydation dans l'eau sous-critique	Coûts : US\$120 - US\$140/tonne sèche ³	CMPS&F – Environment Australia, 1997

¹ On ne sait pas si ces estimations incluent les coûts potentiels liés au prétraitement et/ou à l'élimination des résidus.

² On ne sait pas si ces chiffres incluent les coûts liés au prétraitement des déchets solides.

³ A supposer qu'il est procédé à un certain prétraitement. On ne sait pas si cette estimation inclut les dépenses d'investissement ou les coûts liés à l'élimination des résidus éventuels.

Tableau 2: Incinération des déchets dangereux (pour un incinérateur traitant 70 000 tonnes/an)

	Dépenses d'investissement (millions d'euros)	
	2004 ^a	1999 ^b
Délais de construction	3	6,5
Travaux électriques	10	20
Travaux d'infrastructure	6	12,5
Pièces d'équipement	16	32,5
Autres composants	14	27,5
Planification/approbation	3	6
Dépenses totales d'investissement	52	105
	Dépenses d'exploitation (millions d'euros)	
Administration	0,3	0,5
Coûts de financement du capital	5	10,5
Entretien	4	4
Ressources/énergie nécessaires pour l'exploitation	1,3	2,5
Divers	0,3	0,5
Personnel	3	5,5
Élimination des déchets	0,8	1,5
Dépenses totales d'exploitation	14,7	25
<i>Coût de l'incinération par tonne (sans recettes)</i>	<i>200–300</i>	<i>350</i>

Il a été indiqué qu'en Europe, les redevances perçues à l'entrée des incinérateurs de déchets dangereux étaient comprises entre 50 et 1 500 euros (Source : Commission européenne 2004).

Notes :

^a Source des chiffres de la première colonne : Commission européenne, 2004.

^b Source des chiffres de la deuxième colonne : valeurs moyennes des coûts spécifiques de l'incinération des déchets urbains et dangereux (1999), VDI 3460 : Réduction des émissions – Traitement thermique des déchets, Allemagne, mars 2002

Bibliographie

- Agence danoise de protection de l'environnement, 2004. Detailed review of selected non-incineration and incineration POPs Elimination Technologies for the CEE Region. Disponible à l'adresse www.mst.dk/publications/
- Agence américaine pour la protection de l'environnement, 1993. Technology Alternatives for the Remediation of PCB-Contaminated Soil and Sediment. Disponible à l'adresse www.epa.gov
- Agence américaine pour la protection de l'environnement, 2000. The Bioremediation and Phytoremediation of Pesticide-contaminated Sites. Disponible à l'adresse www.epa.gov
- Agence américaine pour la protection de l'environnement, 2002. RCRA Waste Sampling Draft Technical Guidance. Disponible à l'adresse www.epa.gov
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile Information Sheets. Disponibles à l'adresse www.atsdr.cdc.gov
- Ariizumi, A., Otsuka, T., Kamiyama, M., Hosomi, M., 1997, *Dechlorination and decomposition behaviour of PCBs by the sodium dispersion process*. J. Environ. Chem., 7, pages 793 à 799
- Australia Department of the Environment and Heritage, 2000. A Case Study of Problem Solving Through Effective Community Consultation. Disponible à l'adresse www.deh.gov.au/industry/chemicals/scheduled-waste/community-consultation.html
- Buttker, B., et al.: Full scale industrial recovery trials of shredder residue in a high temperature slagging-bed-gasifier in Germany. Sekundärrohstoff-Verwertungszentrum Schwarze Pumpe (SVZ), Technologie-Entwicklungs-GmbH für ökoefiziente Polymerverwertung (Tecpol), Association of Plastics Manufacturers (PlasticsEurope), 2005 (www.tecpol.de/downloads/SVZ_TECPOL_REPORT_E.pdf).
- Buttker, B., et. al.: Stoffliche Verwertung kunststoffreicher Abfälle im Sustec Verwertungszentrum Schwarze Pumpe (SVZ), Technical lecture given at the VDI/DECHEMA-meeting, Neumünster 2006.
- CEE-ONU, 2003a. Recommandations sur le transport des marchandises dangereuses (Règlement type). Disponible à l'adresse www.unece.org
- CEE-ONU, 2003b. Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques (SGH). Disponible à l'adresse www.unece.org
- CMPS&F – Environment Australia, 1997. *Appropriate Technologies for the Treatment of Scheduled Wastes Review Report Number 4*. Disponible à l'adresse www.deh.gov.au
- Commission européenne, 2001. Document de référence sur les meilleures techniques disponibles dans les industries du ciment et de la chaux. Disponible à l'adresse <http://europa.eu.int/comm/environment/ipcc/>
- Commission européenne, 2001a. Document de référence sur les meilleures techniques disponibles dans l'industrie des métaux non ferreux. Disponible à l'adresse <http://europa.eu.int/comm/environment/ipcc/>
- Commission européenne, 2001b. Document de référence sur les meilleures techniques disponibles pour la fabrication du fer et de l'acier. Disponible à l'adresse <http://europa.eu.int/comm/environment/ipcc/>
- Commission européenne, 2003. Document de référence sur les principes généraux de surveillance, juillet 2003. Disponible à l'adresse <http://europa.eu.int/comm/environment/ipcc/>
- Commission européenne, 2004. Projet de document de référence sur les meilleures techniques disponibles pour l'incinération des déchets, mars 2004. Disponible à l'adresse <http://europa.eu.int/comm/environment/ipcc/>
- Conseil canadien des ministres de l'environnement, 1997. Document d'orientation sur la gestion des sites contaminés au Canada. Disponible à l'adresse www.ccme.ca
- Conseil canadien des ministres de l'environnement, 2002. Recommandations pour la qualité de l'environnement au Canada. Disponibles à l'adresse www.ccme.ca

- Convention de Bâle, 1994. *Document-cadre sur la préparation de directives techniques pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets visés par la Convention de Bâle*. Document n° 94/005. Secrétariat de la Convention de Bâle, Genève.
- Costner, P., D. Luscombe et M. Simpson, 1998. *Technical Criteria for the Destruction of Stockpiled Persistent Organic Pollutants*. Greenpeace International Service Unit.
- FAO, 1996. *Manuel de stockage et de contrôle des stocks de pesticides*. No.3. Disponible à l'adresse www.fao.org
- FAO, 2000. *Evaluation de la contamination des sols – manuel de référence No. 8*. Disponible à l'adresse www.fao.org
- FAO, 2001. *Training manual on inventory taking of obsolete pesticides*, série No 10 et référence No X9899. Disponible à l'adresse www.fao.org
- FRTR, 2002. *Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide, Version 4.0*. Disponible à l'adresse www.frtr.gov/matrix2/top_page.html
- Japan Industrial Waste Management Foundation, 1999: *Technical Guideline for Treatment of PCBs*.
- 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 mars 2001, Poznan (Pologne), novembre 2001.
- Kümmling, K., D.J. Gray, J. P. Power et S. 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 mars 2001, Poznan (Pologne), novembre 2001.
- Ministère japonais de l'environnement, 2004. *Report on study of the treatment standards for POPs waste in fiscal year 2003*.
- Noma Y., Sakai, S., Oono M., 2002. *Dechlorination pathways of PCBs by photochemical reaction and catalytic hydro-dechlorination*. *Organohalogen Compd.* 56, pages 413–416
- Noma, Y., Sakai, S., Oono, M., 2003. *Dechlorination pathways and kinetics in photochemical reaction and catalytic hydro-dechlorination*. *Organohalogen Compd.* 63, pages 276–279
- Noma Y., Sakai, S., Oono M., 2003. *Pathways for the degradation of PCBs by palladium-catalyzed dechlorination*, *Fresenius Environ. Bull.* 12, 3, pages 302–308
- OCDE, diverses années. *OECD Series on Principles of Good Laboratory Practice and Compliance Monitoring* (divers volumes). *OECD Principles on Good Laboratory Practice* (révisé en 1997–1999), OCDE. Disponible à l'adresse www.oecd.org/ehs/.
- OCDE, 2001. *Système harmonisé de classification des dangers des substances et mélanges chimiques pour la santé humaine et l'environnement*. Disponible à l'adresse www.oecd.org
- OCDE, 2003. *Principes directeurs de l'OCDE pour la prévention et l'intervention en matière d'accidents chimiques, deuxième édition*. Disponible à l'adresse www.OCDE.org
- OCDE, 2004. *Recommandation du Conseil sur le gestion écologiques des déchets C(2004)100*. Adoptée le 9 juin 2004. Disponible à l'adresse www.oecd.org
- OMI, 2002. *Code international du transport des marchandises dangereuses*. Disponible à l'adresse www.imo.org
- Oono, M., Kaneda, M., et Hirata, Y., 1997. *Destruction of PCBs by reaction with potassium tert-butoxide*, *Organohalogen Compd.* 31, pages 415–419
- Oono, M., et Kaneda, M., 1997. *Complete destruction of PCBs by a catalytic hydrogenation and t-BuOK method in a bench scale plant*, *Organohalogen Compd.* 31, pages 405–409
- Organisation internationale du Travail, 1999a. *Basics of Chemical Safety*. Disponible à l'adresse www.ilo.org
- Organisation internationale du Travail, 1999b. *Sécurité dans l'utilisation des produits chimiques au travail : Code de bonne pratique*. Disponible à l'adresse www.ilo.org
- Organisation mondiale de la santé, 1995. *Stratégie mondiale de la santé pour tous au travail*. Disponible à l'adresse www.who.int

- Organisation mondiale de la santé, 1999. Teacher's guide on basic environmental health. Disponible à l'adresse www.who.int
- Piersol, P. 1989. *Evaluation des installations mobiles et fixes de destruction des biphényles polychlorés (BPC)*. Rapport SPE 3/HA/5 d'Environnement Canada, mai 1989.
- PISC INCHEM, sans date. Health and Safety Guide (HGSs). Disponible à l'adresse www.inchem.org
- PNUE, 1993. Storage of Hazardous Materials : A Technical Guide for Safe Warehousing of Hazardous Materials. Disponible à l'adresse www.uneptie.org
- PNUE, 1994. Guidance Document on the Preparation of Technical Guidelines for the Environmentally Sound Management of Wastes Subject to the Basel Convention. Disponible à l'adresse www.basel.int
- PNUE, 1995a. Model National Legislation on the Management of Hazardous Wastes and Other Wastes as well as on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Other Wastes and their Disposal. Disponible à l'adresse www.basel.int
- PNUE, 1995b. Basel Convention: Manual for Implementation. Disponible à l'adresse www.basel.int
- PNUE, 1995c. Directives techniques sur l'incinération à terre (D10). Disponible à l'adresse www.basel.int
- PNUE, 1995d. Technical Guidelines on Specially Engineered Landfill (D5). Disponible à l'adresse www.basel.int
- PNUE, 1998a. Basel Convention : Guide to the Control System. Disponible à l'adresse www.basel.int
- PNUE, 1998b. Inventory of World-Wide PCB Destruction Capacity. Disponible à l'adresse www.chem.unep.ch
- PNUE, 2000a. Methodological Guide for the Undertaking of National Inventories of Hazardous Wastes Within the Framework of the Basel Convention. Disponible à l'adresse www.basel.int
- PNUE, 2000b. Survey of Currently Available Non-Incineration PCB Destruction Technologies. Disponible à l'adresse www.chem.unep.ch
- PNUE, 2001. Destruction and Decontamination Technologies for PCB and Other POPs Wastes Part III. Technology Selection Process. Disponible à l'adresse www.basel.int
- PNUE, 2003. Directives provisoires pour l'élaboration des plans nationaux de mise en œuvre de la Convention de Stockholm. Disponible à l'adresse www.pops.int
- PNUE, 2004a. Guidance for a Global Monitoring Programme for Persistent Organic Pollutants. Première édition, juin 2004, PNUE-substances chimiques. Disponible à l'adresse www.chem.unep.ch/gmn/GuidanceGPM.pdf
- PNUE, 2004b. Review of the Emerging, Innovative Technologies for the Destruction and Decontamination of POPs and the Identification of Promising Technologies for Use in Developing Countries. Disponible à l'adresse www.unep.org/stapgef
- PNUE 2005: UNEP/GEF project on existing capacity and capacity building needs for analyzing pops in developing countries. Disponible à l'adresse www.chem.unep.ch/pops/laboratory/default.htm
- PNUE, 2006a. Projet de directives sur les meilleures techniques disponibles et d'orientation sur les meilleures pratiques environnementales. Disponible à l'adresse www.pops.int
- PNUE, 2006b. Draft Guidance for Analysis of Persistent Organic Pollutants (POPS). Available at www.chem.unep.ch/pops/laboratory/default.htm
- Programme d'action mondial pour la protection du milieu marin contre la pollution due aux activités terrestres. Centre d'échange d'informations du Programme. Disponible à l'adresse <http://pops.gpa.unep.org>
- Programme international sur la sécurité des substances chimiques de l'Organisation mondiale de la santé, 1995. A Review of the Persistent Organic Pollutants -- An Assessment Report on: DDT, Aldrin, Dieldrin, Endrin, Chlordane, Heptachlor, Hexachlorobenzene, Mirex, Toxaphene, Polychlorinated Biphenyls, Dioxins and Furans. Disponible à l'adresse www.pops.int
- Rahuman, M.S.M. Mujeebur; L. Pistone, F. Trifirò et S. Miertu, 2000. Destruction Technologies for Polychlorinated Biphenyls (PCBs). Disponible à l'adresse www.unido.org

- Ray, I. D., 2001. Management of chlorinated wastes in Australia. *6th International HCH & Pesticides Forum Book*, 20-22 mars 2001, Poznan (Pologne), novembre 2001.
- Sakai, S., Peter A. B., Oono, M., 2001. *PCB destruction by catalytic hydrodechlorination (CHD) and t-BuOK method: Combinatorial bio/chemical analysis*. *Organohalogen Compd.* 54, pages 293–296
- Sasaki Satoshi, A. Masaaki, A. Watanabe, O. Nishida, H. Fujita, W. Harano, S. Nagata, H. Mimura, 2003. *Dioxin formation and PCB Emissions in a Pool Combustion of a PCB Mixed oil – Simulation of Fires in PCB Degradation Facilities*. *Organohalogen Compounds*, 63, pages 171–175
- Stobiecki, S., J. Cieszkowski, A. Silowiecki et T. Stobiecki. Disposal of pesticides as an alternative fuel in cement kiln: project outline. *6th International HCH & Pesticides Forum Book*, 20-22 mars 2001, Poznan (Pologne), novembre 2001.
- Takigami, H., Sakai, S., et Oono, M., 2002. *Validation study for practical bio-monitoring of waste PCB samples during their destruction treatment using DR-CALUX assay and PCB immunoassay*. *Organohalogen Compd.* 58, pages 397–400
- Takigami, H., Sakai, S., et Oono, M., 2002. *Practical CALUX-monitoring of PCB wastes during their chemical treatments*. *Organohalogen Compd.* 58, pages 397–400
- United States Army Corps of Engineers, 2003. Safety and Health Aspects of HTRW Remediation Technologies. Disponible à l'adresse www.usace.army.mil
- Vijgen, J., 2002. NATO/CCMS Pilot Study: Evaluation of Demonstrated and Emerging Technologies for the Treatment of Contaminated Land and Groundwater. Disponible à l'adresse www.unep.org/stagef
- Watanabe Atsuo, A. Ohara, et N. Tajima, 2002. *Basic Analysis on Severe Accident for Chemical PCB Detoxification Plant using the UV/Catalyst Method*. *Journal of Chemical Engineering of Japan*, 35, pages 729–736
- Watanabe Atsuo, A. Ohara, N. Tarima, S. Yoneki, et Y. Hosoya, 2003. *PSA application for PCBs detoxification plant*. *Journal of Material Cycle and Waste Management*, 5, No. 1 pages 39–48
- Weber, Roland, 2004. Relevance of PCDD/PCDF Formation for the Evaluation of POPs Destruction Technologies – Necessity and Current Status. *Organohalogen Compd.* 66: 1282-1288.
-