

# GUIDE DE LA GESTION ÉCOLOGIQUEMENT RATIONNELLE DES PCB EN MEDITERRANÉE



UNEP



Strategic Partnership for the Mediterranean Sea Large Marine Ecosystem

Together for the Mediterranean Sea

## MedPartnership





---

# GUIDE DE LA GESTION ÉCOLOGIQUEMENT RATIONNELLE DES PCB EN MEDITERRANÉE



UNEP



### Notice légale

Les appellations employées dans le présent document, et la présentation des données qui y figurent n'impliquent aucune prise de position de la part de l'Unité de Coordination du PNUE/PAM quant au statut juridique des pays, territoires, régions ou villes, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

ISBN: 978-92-807-3540-6

### Droits d'auteur

Le texte de la présente publication peut être reproduit en tout ou en partie à des fins pédagogiques et non lucratives sans autorisation spéciale de la part du détenteur du droit d'auteur, à condition de faire mention de la source. Le PNUE/PAM serait reconnaissant de recevoir un exemplaire de toutes les publications qui ont utilisé ce matériel comme source. Il n'est pas possible d'utiliser la présente publication pour la revente ou à toute autre fin commerciale, sans demander au préalable par écrit la permission à l'Unité de Coordination du PNUE/PAM.

Ce guide a été commandé par l'unité d'évaluation et de maîtrise de la pollution marine (MED POL) du Plan d'Action pour la Méditerranée (PNUE/PAM) au Centre d'activités régionales pour la consommation et la production durables (CAR/CPD) dans le cadre du projet MedPartnership.

Supervision : CAR/CPD

Contenu technique : Consultant en matière de développement durable pour le suivi et l'évaluation participatifs : [www.pmecon.com](http://www.pmecon.com) et INESCOP : [www.cator-sa.com](http://www.cator-sa.com)

2015



## PRÉFACE

Ce guide technique est axé sur différents aspects du cycle de vie des Polychlorobiphényles (PCB), la gestion écologiquement rationnelle (GER), y compris l'inventaire et la surveillance jusqu'à leur élimination graduelle et définitive et son objectif final vise à apporter des informations aux pays méditerranéens afin de mettre en place un système de gestion adapté afin d'éviter un danger pour la santé humaine ou l'environnement.

Il a été développé par le Programme MED POL du PNUE/PAM dans le cadre du projet MedPartnership et du Programme de travail 2014-2015 du PAM.

Les PCB figurent parmi les Polluants organiques persistants (POP) identifiés par la communauté internationale pour une action internationale immédiate, aux côtés du pesticide DDT, de dioxines et de furanes (produits dérivés obtenus non volontairement résultant d'une combustion incomplète ou de réactions chimiques) et autres substances. La Convention de Stockholm sur les Polluants organiques persistants (POP) vise l'élimination totale de ces substances. Les PCB entraînent des effets graves sur la santé et l'environnement y compris la cancérogénicité, la perturbation

de la reproduction, des modifications du système immunitaire et des effets sur la faune entraînant une perte de diversité biologique. Les PCB existants et tout l'équipement contaminé par ces derniers doivent être éliminés de manière écologiquement rationnelle d'ici à 2028 sans produire de dangers pour les hommes ou l'environnement. D'autres conventions mondiales et régionales régulent la gestion des produits chimiques et déchets dangereux contenant des PCB telles que la Convention de Bâle ainsi que la Convention de Rotterdam. En outre, la Convention de Barcelone pour la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée et ses Protocoles (Protocole « tellurique » et Protocole « déchets dangereux ») aborde également la réduction progressive et l'élimination des PCB.

Ce guide technique fournit des informations de bases concernant la collecte de données, l'identification, l'échantillonnage et la surveillance des équipements contenant des PCB et décrit

la gestion des PCB dans des applications fermées. Il explique également la maintenance de l'équipement contenant des PCB, se focalisant sur la sécurité, les mesures d'urgence ainsi que l'élimination progressive, l'emballage et le stockage temporaire. Pour finir, il se réfère aux réglementations internationales et nationales pour le transport de marchandises dangereuses ainsi que le prétraitement, le traitement et l'élimination des PCB. Ce guide a été examiné et convenu lors d'une réunion régionale d'experts, composée d'experts nommés par les Parties contractantes, qui s'est déroulée du 7 au 9 avril 2015 à Istanbul, Turquie, et a été approuvé par la réunion des Points focaux PAM. Il est publié en ligne en anglais et en français afin de servir de guide technique pour les pays méditerranéens dans la mise en œuvre des actions prioritaires pertinentes du Plan d'action national adopté dans le cadre de l'Article 5 et 15 du Protocole « tellurique » de la Convention de Barcelone et son Programme d'action stratégique PAS-MED.

1. Le Partenariat stratégique pour le grand écosystème marin de la Méditerranée (MedPartnership) représente un effort collectif d'organisations phares (régionales, internationales, intergouvernementales, etc.) et de pays partageant la mer Méditerranée pour la protection du milieu marin et du littoral méditerranéen. Le MedPartnership est dirigé par le Plan d'action pour la Méditerranée du Programme (PAM) des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et la Banque mondiale et soutenu financièrement par le Fonds pour l'environnement mondial (FEM) et d'autres donateurs, y compris l'Union européenne (UE) et tous les pays participants.

## SOMMAIRE

● INTRODUCTION	13	● Mesures d'urgence et nettoyage	69
1.1. Les polychlorobiphényles (PCB)	13	6.1. Mesures d'urgence en cas de pollution froide	70
1.2. Convention de Bâle	14	6.2. Mesures d'urgences en cas de pollution chaude	71
1.3. Convention de Stockholm	14	6.3. Premiers soins en cas de contact avec des PCB	74
1.4. Convention de Rotterdam (Convention PIC)	16	6.4. Nettoyage après une pollution	75
1.5. PNUE/PAM-Convention de Barcelone et ses protocoles	16	6.5. Contrôle du nettoyage (surveillance)	77
● Recueil de données, identification, échantillonnage et surveillance	18	● Mise hors service	79
2.1. Recueil de données et inventaire	18	7.1. Mise hors service des transformateurs	79
2.2. Examens et entretien périodiques des appareils contenant des PCB	22	7.2. Mise hors service des condensateurs	81
2.3. Kits d'analyse et analyse en laboratoire	38	● Conditionnement	83
2.4. Base de données	45	8.1. Conditionnement conforme à l'ADR	83
2.5. Étiquetage des équipements vérifiés	46	8.2. Récipients possibles pour le transport des PCB : en résumé	86
2.6. Contrôle des sites	49	8.3. Manutention des déchets conditionnés	93
● Gestion des PCB en applications fermées	52	● Entreposage provisoire	94
3.1. Plan de gestion des PCB	52	9.1. Entreposage provisoire sur site	94
3.2. Plan de contrôle de la prévention des déversements et contre mesures (plan SPCC)	54	9.2. Plateforme d'entreposage centrale	98
3.3. Priorités d'élimination et de décontamination du site	55	9.3. Autorisation et contrôle	105
● Entretien des équipements contenant des PCB	56	● Transport	106
4.1. Maintenance des équipements en service contenant des PCB	56	10.1. Règlements internationaux relatifs au transport des marchandises dangereuses	106
4.2. Bonnes pratiques de travail	58	10.2. ADR	106
4.3. Inspection de transformateurs contenant des PCB	59	10.3. Transports nationaux	108
4.4. Évaluation des condensateurs contenant des PCB	62	10.4. Transport transfrontières des déchets dangereux	109
4.5. Liquides de substitution	62	10.5. Chargement et contrôle de sécurité avant expédition	109
● Sécurité	64	10.6. Transport des déchets par voie aérienne	112
5.1. Sécurité et Équipements de protection individuelle	64	● Prétraitement, traitement et élimination	113
5.2. Protection de l'environnement	68	11.1. Technologies et méthodes en général	114

• Annexes	118
12.1. Informations détaillées sur Internet : Conventions et documents d'orientation	118
12.2. Kits de diagnostic et autres Instruments	121
12.3. Technologies de traitement préalable des PCB (Extrait)	122
12.4. Technologies de destruction des PCB sans combustion	123
12.5. Technologies de destruction des PCB à combustion	127
12.6. Technologies émergentes de destruction des PCB	129
12.7. Entreprises de traitement et d'élimination des PCB	129
12.8. Plan d'intervention d'urgence en cas de pollution froide aux PCB	129
12.9. Plan d'intervention d'urgence en cas de pollution chaude aux PCB	129
12.10. Bonnes pratiques de travail	134
12.11. Instructions à l'intention des intervenants sur PCB	134
12.12. Premiers secours en cas de contact avec des PCB	136
12.13. Directives relatives à l'inspection des sites et à l'échantillonnage des transformateurs et des condensateurs (deux intervenants)	136
12.14. Ébauche de questionnaires d'inventaire	136
12.15. Exemple de registre possible	144
12.16. Plan de maintenance mensuel des équipements contenant des PCB	146
12.17. Rapport d'inspection mensuel de l'installation d'entreposage provisoire de PCB	147
12.18. Transport transfrontières et notification de transport de déchets dangereux	148
12.19. Déclaration de transport de déchets dangereux et certificat de conditionnement du conteneur	149
12.20. Formulaire de demande d'adhésion au PEN	150

## Abréviations et définitions des termes

<b>AC</b>	Courant alternatif
<b>ADR</b>	Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route
<b>Askarel</b>	Marque d'un liquide de refroidissement contenant des PCB (États-Unis, Monsanto)
<b>MTD</b>	Meilleure technique disponible
<b>CB</b>	Convention de Bâle sur les mouvements transfrontières et l'élimination des déchets dangereux
<b>DCB</b>	Décomposition catalysée par une base
<b>MPE</b>	Meilleures pratiques environnementales
<b>BRS</b>	Conventions de Bâle, de Rotterdam et de Stockholm (Secrétariat)
<b>CaO</b>	Oxyde de calcium
<b>Condensateur</b>	Équipement ou unité destiné(e) à compenser la puissance réactive insuffisante d'un système électrique en kilo-volt-ampères-réactifs (kVar) : certains condensateurs ont été fabriqués avec un liquide de refroidissement contenant des PCB.
<b>Batterie de condensateurs (Générale)</b>	En pratique, il existe trois modes de compensation de puissance réactive (CPR) : par un condensateur de CPR « individuelle » : le condensateur est directement

connecté aux équipements (moteur, machine à souder, etc.) pour compenser l'insuffisance en kVar.

### **Batterie de condensateurs**

**(BT)** Condensateurs de CPR « groupée » : le ou les condensateurs sont connectés au jeu de barres BT d'un poste transformateur qui alimente un certain nombre de consommateurs équipés de moteurs, de machines à souder, etc.

### **Batterie de condensateurs**

**(MT)** Condensateurs de CPR « centrale » : grande installation de condensateurs connectés aux jeux de barres MT et BT d'une sous-station dans laquelle de nombreux appareils électriques (moteurs, etc.) de tailles diverses fonctionnent à différents moments et pour des durées différentes.

**HDC** Hydrodéchloration catalytique

### **Systèmes clos**

Condensateurs et transformateurs, dans lesquels les PCB sont contenus dans des récipients clos : les PCB émettent rarement à partir d'un système clos (en bon état) .

### **Congénère**

En fonction du nombre et de la position des atomes de chlore dans la molécule de biphényle, 209 isomères et biphényles chlorés homologues sont théoriquement possibles. Un composé unique de ce groupe est

	appelé congénère de PCB.		(FEM) est une entité financière mondiale qui compte 177 pays membres
<b>Conteneur 20 pieds</b>	Terme utilisé internationalement pour désigner les conteneurs de transport ou d'entreposage présentant une taille normalisée de 2 x 2 x 6 mètres (conteneur 40 pieds = 2 x 2 x 12 mètres)	<b>SGH</b>	Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques
<b>Conteneur cube</b>	Il existe divers conteneurs 20 et 40 pieds. Les plus utilisés sont les conteneurs cubes standards équipés d'une porte sur le devant et d'un toit amovible qui facilite le chargement et le déchargement (idéal pour les transformateurs, par ex.)	<b>RCPG</b>	Réduction chimique en phase gazeuse
<b>Liquide de refroidissement</b>	Liquide diélectrique	<b>GTO</b>	Thyristor à extinction par gâchette (« Gate turn-off »)
<b>CdP</b>	Conférence des Parties	<b>HT</b>	Haute tension
<b>DC</b>	Courant direct	<b>IATA DGR</b>	Règlement IATA sur le transport de marchandises dangereuses / transport aérien
<b>DDT</b>	Dichlorodiphényltrichloroéthane	<b>GRV</b>	Grand récipient pour vrac
<b>ED</b>	Efficacité de destruction	<b>(Numéro) ID</b>	(Numéro) d'identification
<b>EDE</b>	Efficacité de destruction et d'élimination	<b>IGBT</b>	Transistor bipolaire à grille isolée (« Insulated-gate bipolar transistor »)
<b>par ex.</b>	Par exemple	<b>IMDG</b>	Code maritime international des marchandises dangereuses / transport maritime
<b>GER</b>	Gestion écologiquement rationnelle	<b>ISO</b>	Organisation internationale de normalisation
<b>ETI</b>	Environmental Technology International Ltd. / Suisse	<b>kV</b>	Kilovolts
<b>UE</b>	Union Européenne	<b>kVa</b>	Kilovolt-ampère
<b>FAO</b>	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture	<b>kVAR</b>	Kilovolt-ampère réactif
<b>CPG</b>	Chromatographie en phase gazeuse : procédure d'analyse des mélanges complexes de gaz ou de composés qui peuvent être volatilisés sans être décomposés.	<b>kW</b>	Kilowatt
<b>FEM</b>	Le Fonds pour l'environnement mondial	<b>Protocole « tellurique »</b>	Protocole de sources et activités situées à terre
		<b>BT</b>	Basse tension (230/400 V)
		<b>PAM MEDPOL</b>	Programme d'Évaluation et de Maîtrise de la Pollution dans la Région Méditerranéenne

<b>µg</b>	Microgramme	<b>POP</b>	connaissance de cause Polluants organiques persistants
<b>mg/kg</b>	Milligramme par kilogramme	<b>EPI</b>	Équipement de protection individuelle
<b>MS</b>	Spectrométrie de masse	<b>ppb</b>	Parties par milliard
<b>MT</b>	Moyenne tension (normalement comprise entre 11 et 66kV)	<b>ppm</b>	Parties par million (mg/kg)
<b>MVA</b>	Megavolt-ampère	<b>Source primaire</b>	Produit auquel des PCB ont été ajoutés volontairement pour influencer sur ses caractéristiques (liquide de refroidissement pour transformateurs, par ex. Sovol, Sovtol, Askarel, Pyralene, Clophen, etc.) : ces produits émettent des PCB en permanence.
<b>ng</b>	Nanogramme (1000 ng = 1 µg)	<b>CR</b>	Convention de Rotterdam sur la procédure de consentement préalable en connaissance de cause pour certains produits chimiques et pesticides dangereux faisant l'objet d'un commerce international ;
<b>ONG</b>	Organisme non gouvernemental	<b>RID</b>	Règlement sur le transport international des marchandises dangereuses par chemin de fer/ transport ferroviaire
<b>Systèmes ouverts</b>	Applications dans lesquelles les PCB sont consommés au cours de leur utilisation ou ne sont pas éliminés adéquatement une fois utilisés, ou après l'utilisation des appareils contenant ces PCB : les systèmes ouverts permettent ainsi la dispersion des PCB directement dans l'environnement (par ex. assouplissants dans le PVC, le néoprène et autres caoutchoucs contenant du chlorure)	<b>PAS-MED</b>	Programme d'actions stratégiques visant à réduire la pollution due à des activités menées à terre dans la région méditerranéenne
<b>PBB</b>	Polybromobiphényles	<b>SCB</b>	Secrétariat de la convention de Bâle
<b>PCB</b>	Polychlorobiphényles	<b>CS</b>	Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (POP)
<b>PCDD</b>	Polychlorodibenzo-p-dioxine : sous-produit hautement toxique des PCB	<b>SCWO</b>	Oxydation de l'eau supercritique (Supercritical water oxidation)
<b>PCDF</b>	Polychlorodibenzofurane : sous-produit hautement toxique des PCB	<b>Source secondaire</b>	Produit auquel des PCB ont été ajoutés volontairement pour influencer sur ses caractéristiques (liquide de
<b>PCT</b>	Polychlorotriphényles		
<b>PE</b>	Polyéthylène		
<b>PE-HD</b>	Polyéthylène haute densité		
<b>PE-LD</b>	Polyéthylène basse densité		
<b>PEN</b>	Réseau pour l'élimination des PCB du service Produits Chimiques du PNUE		
<b>Persistant</b>	Très peu dégradable dans l'environnement		
<b>PIC</b>	consentement préalable en		

refroidissement pour transformateurs, par ex. Sovvol, Sovtol, Askarel, Pyralene, Clophen, etc.) : ces produits émettent également des PCB.

- SNV** Association suisse de normalisation
- SPCC** Plan de contrôle de la prévention des déversements et contre-mesures
- DJT** Dose journalière tolérable
- FET** Facteur d'équivalence de toxicité

#### **Transformateur**

Équipement utilisé pour augmenter ou réduire la tension : les transformateurs contenant des PCB sont généralement installés sur des sites ou dans des bâtiments alimentés en électricité.

- TTCB** Tri-tétrachlorobenzènes

#### **Homologué ONU**

Équipement qui satisfait aux procédures d'essai spécifiques prescrites par les Nations Unies.

- PNUD** Programme des Nations Unies pour le développement
- PNUE** Programme des Nations Unies pour l'environnement
- ONUDI** Organisation des Nations Unies pour le développement industriel
- UNITAR** Institut des Nations Unies pour la formation et la recherche
- US EPA** Agence de protection de l'environnement des États-Unis
- OMS** Organisation mondiale de la santé

## INTRODUCTION

### **1.1. Les polychlorobiphényles (PCB)**

La communauté internationale a décidé d'une action internationale immédiate concernant les polluants organiques persistants (POP) en adoptant la Convention de Stockholm. Le pesticide DDT, des dioxines et furanes hautement toxiques (sous-produits non intentionnels d'une combustion incomplète ou de réactions chimiques), ainsi que les PCB, font partie des POP.

Les PCB ont des incidences graves sur la santé et l'environnement, y compris de cancérogénicité, de troubles de la reproduction, de changements dans le système immunitaire, et des incidences sur la faune et la flore provoquant une diminution de la bio-diversité (Carpenter 2006, Hotchkiss et al. 2008, Wirgin et al., 2011). Les PCB s'accumulent dans les tissus adipeux de l'homme et d'autres organismes vivants. Cette substance chimique est transportée sur de longues distances dans des régions où elle n'a jamais été utilisée ni produite auparavant. Ce processus d'évaporation, de déplacement avec les courants atmosphériques, de condensation et de dépôt au sol est surnommé « effet sauterelle ».

La production de PCB a débuté en 1929. Les PCB étaient manufacturés par un certain nombre de sociétés dans de nombreux pays

industrialisés, et le pic de production a été atteint à la fin des années 1960. Après 1983, leur production a été arrêtée dans la plupart des pays, sauf dans certains pays d'Europe de l'Est et en Russie, où elle n'a été arrêtée qu'entre 1987 et 1993.

Les PCB étaient principalement utilisés dans des applications closes, par exemple en tant qu'agents de refroidissement et d'isolation dans les transformateurs et condensateurs, dans les systèmes de transfert thermique et les systèmes hydrauliques, en particulier dans l'équipement minier. Cependant, les mélanges de PCB étaient aussi couramment utilisés dans des applications ouvertes et partiellement ouvertes, par exemple dans les mastics/ joints, peintures, revêtements anticorrosion, revêtements de surface, câbles et gaines, petits condensateurs, etc.

D'un point de vue technique, les caractéristiques des PCB étaient très avantageuses, et ils ont donc été utilisés dans une large gamme d'applications – voir précédemment.

Plusieurs conventions internationales et régionales réglementant la gestion des produits chimiques dangereux et des déchets toxiques abordent les PCB, comme la Convention de Bâle et la Convention de Rotterdam. De plus, la Convention de Barcelone sur la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée et ses

protocoles (le protocole « tellurique » et le protocole « déchets dangereux ») abordent également la question du retrait et de l'élimination des PCB.

### **1.2. Convention de Bâle**

En 1989, la Convention de Bâle a été adoptée pour améliorer la surveillance des mouvements transfrontières des déchets dangereux.

Les objectifs principaux de la Convention de Bâle sont les suivants :

- Réduire les mouvements transfrontières des déchets dangereux à un minimum, conformément à leur gestion écologiquement rationnelle
- Éliminer les déchets dangereux aussi près que possible de leur source de production
- Minimiser la production de déchets dangereux en termes de quantité et de dangerosité
- Interdire l'exportation des déchets dangereux dans les pays en voie de développement qui ne disposent pas de technologies d'élimination adéquates

La Convention de Bâle a établi un système de contrôle opérationnel très strict fondé sur la procédure de notification écrite préalable. La procédure de notification de mouvements transfrontières de déchets dangereux ou d'autres déchets ne peut avoir lieu qu'après notification préalable par écrit des autorités compétentes des pays

exportateurs, importateurs et de transit (le cas échéant) et avec le consentement de ces autorités au mouvement transfrontière de déchets.

Tout mouvement transfrontière de déchets dangereux ou d'autres déchets contrevenant au système de notification est considéré comme trafic illicite.

### **1.3. Convention de Stockholm**

Cette Convention régleme l'interdiction de - pour l'instant - 23 substances chimiques toxiques appelées POP (polluants organiques persistants).

La Convention Stockholm sur les polluants organiques persistants (POP) compte les PCB parmi les substances ciblées à des fins d'élimination mondiale. Les PCB existants et tout équipement contaminé aux PCB doivent être éliminés de manière écologique, sans poser de risques pour l'homme ni pour l'environnement, d'ici 2028. Les technologies de traitement ou d'élimination des PCB doivent se conformer aux normes de sécurité et environnementales les plus strictes, et être capables de réduire la contamination aux PCB de ces équipements à un niveau acceptable pour leur reclassification au-dessous du niveau légalement autorisé de 50 ppm, ainsi que d'assurer que le niveau de PCB reste en deçà de ce seuil.

Pour être précis :

- L'usage d'appareils contenant des PCB est encore permis jusqu'en 2025, à condition que certaines mesures et conditions de sécurité soient remplies
- D'ici 2028 cependant, tout équipement contenant des PCB devra être éliminé de manière écologiquement rationnelle

#### **1.3.1. Réseau pour l'élimination des PCB (PEN)**

Le réseau pour l'élimination des PCB (PEN) a été lancé pendant les réunions extraordinaires simultanées de la Conférence des Parties aux Conventions de Bâle, de Rotterdam et de Stockholm, qui se sont tenues à Bali le 22 février 2010. Le PEN a été établi en tant que dispositif d'échange d'informations en vue de promouvoir une exécution rentable de la gestion écologiquement rationnelle (GER) des liquides et équipements contenant ou contaminés aux PCB. Le PEN a été conçu en tant que partenariat équitable entre les acteurs des différents secteurs intéressés par la GER des PCB pour interagir, à titre volontaire, et entreprendre les activités suivantes :

- Promouvoir la GER des PCB et de ses équipements
- Favoriser la coopération
- Promouvoir l'assistance technique et le transfert de technologies
- Fournir et faciliter l'échange d'informations
- Sensibiliser
- Encourager le développement et l'adoption de techniques et de pratiques

écologiques d'élimination des PCB

- Établir des liens entre les acteurs

Le PEN est un dispositif basé sur le concept de l'échange d'informations, qui assure un soutien aux pays en voie de développement Parties et aux économies en transition Parties pour atteindre les objectifs de la Convention de Stockholm en matière de PCB. Le PEN mènera ses travaux sur la base de l'échange d'informations, en tenant compte des obligations de la Convention de Bâle sur les mouvements transfrontières des déchets dangereux et sur leur élimination, d'une part, et de la Convention de Rotterdam sur la procédure de consentement préalable en connaissance de cause pour certains produits chimiques et pesticides dangereux faisant l'objet d'un commerce international, d'autre part.

Le formulaire de demande d'adhésion au Réseau pour l'élimination des PCB (PEN) figure à l'annexe 12.20.

#### **1.3.2. Gestion des PCB réglementés par la Convention de Stockholm**

Il est interdit :

- De produire, d'importer et de commercialiser des PCB
  - De réutiliser et de traiter des déchets contenant des PCB
  - De re-remplir les équipements contenant des PCB
- Les personnes morales et physiques

possédant des PCB, des PCB usagés et des équipements contenant des PCB sont tenues de signaler la quantité, l'origine, la nature et le contenu des PCB, des PCB usagés et des équipements contenant / contaminés aux PCB à l'agence/ l'organisme gouvernemental responsable des activités professionnelles dans le domaine environnemental au plus tard un an après l'entrée en vigueur de la Convention. Ces personnes sont tenues d'étiqueter les équipements de la manière attendue. Les personnes morales et physiques manipulant des PCB, des PCB usagés et des équipements contenant des PCB sont tenues de tenir des registres conformément à la convention.

#### 1.4. Convention de Rotterdam (Convention PIC)

Les pesticides toxiques et autres substances chimiques dangereuses tuent ou rendent gravement malades des milliers de personnes chaque année. Ils empoisonnent également l'environnement et dévastent de nombreuses espèces animales sauvages. Certains gouvernements ont commencé à aborder ce problème dans les années 1980, en établissant une procédure de consentement préalable en connaissance de cause (Prior Informed Consent – PIC), qui obligeait les exportateurs de substances dangereuses à obtenir le consentement préalable des importateurs en connaissance de cause avant de procéder à l'exportation. En 1998, ces gouvernements ont décidé de renforcer la procédure en adoptant

la Convention de Rotterdam, qui la rend juridiquement contraignante. La Convention établit une première ligne de défense en donnant aux pays importateurs les outils et l'information dont ils ont besoin pour identifier les dangers potentiels, et exclure les produits chimiques qu'ils ne peuvent gérer de façon sûre. Si un pays accepte d'importer des substances chimiques, la Convention en favorise un usage sûr à l'appui de normes d'étiquetage, d'assistance technique, et d'autres formes de soutien.

Elle garantit également le respect de ses prescriptions par les exportateurs. La Convention de Rotterdam est entrée en vigueur le 24 février 2004. Les parties contractantes prennent des mesures en vue :

- D'établir une procédure de notification officielle, destinée à informer le pays importateur, avant la première expédition, de l'exportation d'une substance chimique inscrite dans la liste PIC
- D'informer le pays importateur, avant la première expédition, de l'exportation d'une substance chimique dont l'usage est interdit ou strictement limité sur son territoire
- D'informer les autres pays de toutes les interdictions ou restrictions nationales dont fait l'objet une substance chimique

#### 1.5. PNUE/PAM-Convention de Barcelone et ses protocoles

La Convention de Barcelone pour la protection du milieu marin et du littoral

de la Méditerranée a été adoptée en 1995, modifiant ainsi la Convention de Barcelone pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution adoptée en 1976 par les États riverains de la Méditerranée et l'Union Européenne. La Convention de Barcelone fonctionne dans le cadre du Plan d'action pour la Méditerranée adopté en 1975, modifié en 1995. Le Secrétariat est assuré par le PNUE par l'intermédiaire de l'Unité de coordination du PNUE/PAM, établie à Athènes.

La Convention de Barcelone est complétée par sept protocoles importants, dont deux abordent différents aspects de la gestion des POP, à savoir le protocole « tellurique » et le protocole relatif aux mouvements transfrontières des déchets dangereux en Méditerranée, adoptés tous deux en 1996.

Le protocole « tellurique », par le biais des plans régionaux adoptés par la CdP dans le cadre de son article 15, prévoit que les parties contractantes prennent des mesures juridiquement contraignantes pour retirer les PCB leurs stocks, en synergie avec le travail engagé et les engagements pris au titre de la Convention de Stockholm.

La Convention PNUE/PAM – Barcelone soutient la mise en œuvre par les Parties Contractantes du PAS-MED (Programme d'actions stratégiques visant à réduire la

pollution due à des activités menées à terre dans la région méditerranéenne) et des Plans d'action nationaux associés, adoptés conformément au protocole « tellurique » de la Convention de Barcelone, qui prévoient un certain nombre d'objectifs régionaux d'ici 2025 relatifs aux déchets dangereux et à la GER des POP, y compris à leur retrait et à leur élimination.

Le partenariat stratégique pour le grand écosystème marin de la méditerranée (MedPartnership) est un effort collectif engagé par les grandes institutions et organisations environnementales avec les pays partageant la mer méditerranée, destiné à relever les principaux défis environnementaux auxquels sont confrontés les écosystèmes marins et côtiers méditerranéens. Le projet est dirigé par le PNUE/PAM et soutenu financièrement par le Fonds pour l'environnement mondial (FEM) et d'autres donateurs, dont la Commission Européenne et l'ensemble des pays participants.

Dans le cadre de ce projet, le PNUE/PAM, par le biais de son programme MEDPOL, vise à soutenir les pays mettant en œuvre le PAS-MED. Le projet soutient l'élimination écologiquement rationnelle de jusqu'à 870 tonnes de PCB, et mène d'importantes activités de renforcement des capacités dans quatre pays méditerranéens, d'élaboration de directives de GER des PCB notamment.

Le guide/manuel proposé ici sur la GER des PCB est élaboré avec le soutien technique de M. Urs K. WAGNER (ETI Umwelttechnik AG, Coire, Suisse).

## RECUEIL DE DONNÉES, IDENTIFICATION, ÉCHANTILLONNAGE ET SURVEILLANCE

### 2.1. Recueil de données et inventaire

L'inventaire est l'étape initiale de la gestion des équipements contaminés aux PCB : à ce titre, il devrait être élaboré de la façon la plus méthodologique possible. La mise en œuvre des activités générales suivantes garantira un recueil fiable des données sur les PCB :

- Évaluation de la situation nationale relative aux PCB
- Évaluation juridique de la réglementation nationale
- Identification des acteurs potentiels
- Ateliers de sensibilisation pour les acteurs potentiels, renforcement des capacités
- Inventaire préliminaire
- Information du public
- Adaptation de la réglementation nationale
- Informations des acteurs identifiés
- Inventaire détaillé (inspection physique, échantillonnage, analyse, base de données)
- Infrastructure (manipulation/ manutention, transport, entreposage provisoire, élimination)

Le triple objectif de l'inventaire est d'identifier et de quantifier les équipements et les matériaux susceptibles de contenir ou d'être contaminés aux PCB, et d'en conserver des registres. Ces informations sont indispensables lors de l'élaboration d'un plan pour la gestion des PCB, qui devrait comprendre le cycle entier de ces produits, comme suit :

- Usage
- Gestion
- Entreposage
- Décontamination
- Élimination

Table 1: Potential holders of PCB

Services d'électricité	Sociétés de maintenance
Installations industrielles	Hôpitaux
Systèmes ferroviaires	Laboratoires de recherche
Industrie minière	Usines manufacturières
Installations de l'armée	Installations de traitement des eaux usées
Bâtiments résidentiels ou commerciaux	Stations-service
Destinations touristiques et de vacances/ Hôtels	Petites et moyennes entreprises
Bâtiments scolaires	Aéroports
Entrepôts frigorifiques	Entreprises de transformation du bois
Fournisseurs	Entreprises d'élimination et de recyclage

Les sites avec des équipements contenant potentiellement des PCB devront être inspectés par des équipes de terrain ou des ingénieurs de l'organisme de protection environnementale agréé. Au cours de l'inspection, les indications fournies dans les questionnaires devront être vérifiées et des données supplémentaires sur les types particuliers d'équipements ou de déchets contenant des PCB devront être recueillies et notées, telles que la puissance en kVa, la marque, la quantité de liquide, le type de liquide, l'emplacement de l'appareil, le numéro de série, la concentration des PCB, l'année de fabrication, le poids. Durant la visite, le site fera également l'objet d'une inspection visuelle pour repérer toute contamination. Un inventaire est toujours une bonne occasion de faire de la maintenance préventive.

Les données suivantes doivent être recueillies et

notées lors de la compilation de l'inventaire des PCB :

#### Transformateurs en service

- Puissance en kVa
- Marque
- Quantité de liquide
- Type de liquide (marque du liquide)
- Localisation du fabricant
- Numéro
- Concentration des PCB (pas pour les transformateurs re-remplis)
- Année de fabrication
- Poids du transformateur
- Statut/ propriétaire

#### Transformateurs hors service

- Puissance en kVa (capacité du transformateur)
- Marque

- Quantité de liquide
- Localité du fabricant
- Numéro
- Concentration des PCB (pas pour les transformateurs re-remplis)
- Année de fabrication
- Poids du transformateur
- Statut / propriétaire

#### Condensateurs en service

- Puissance en kVa
- Marque
- Localité du fabricant
- Numéro
- Année de fabrication
- Poids du condensateur
- Statut / propriétaire

#### Condensateurs hors service

- Puissance en kVa
- Marque
- Localité du fabricant
- Statut / propriétaire
- Numéro
- Année de fabrication
- Poids du condensateur

#### Récipients, fûts et citernes d'entreposage de vrac

- Type
- Emplacement
- Poids
- Quantité de liquide
- Concentration des PCB
- Statut/ propriétaire

Pour faciliter l'inspection, des formulaires d'inventaire adaptés au pays où se déroule l'inspection devront être élaborés, qui incluront toutes les données permettant de déterminer les paramètres nécessaires à l'évaluation des risques posés par les équipements et les déchets contenant des PCB.

Des numéros d'identification devront également être déterminés pour chaque équipement et pour chaque déchet contaminé. Les propriétaires d'équipements potentiellement contaminés aux PCB devront y apposer le numéro d'identification correspondant, et remplir le formulaire d'inventaire. Si la présence de PCB ne peut être déterminée à l'appui des données disponibles, un échantillon doit être prélevé sur l'équipement. Concernant le statut, l'information peut inclure les codes relatifs aux fuites, à la stabilité, au de conditionnement, etc., qui se trouvent sur la plaque signalétique du transformateur.

Il faudra vérifier non seulement le contenu en PCB des transformateurs en service, mais également la contamination des appareils hors service ou en réserve. Un examen rigoureux comprendra les huiles de rechange et tout équipement pouvant contenir des PCB (condensateurs, régulateurs de tension<sup>2</sup>, disjoncteurs, échangeurs thermiques, citernes d'huile, systèmes de tuyauterie, etc.). Seuls les équipements d'une capacité supérieure à 1 litre seront déclarés. Des échantillons doivent être prélevés sur tous les transformateurs, même s'ils sont de fabrication récente, une contamination ultérieure involontaire ayant pu se produire (voir également le chapitre 2.3.). Si l'on ne peut prélever d'échantillon sur un appareil pour des raisons

techniques (sur un condensateur, par ex.), il doit être considéré comme contenant des PCB jusqu'à ce que l'échantillonnage effectué au moment de sa mise hors service démontre le contraire.

#### 2.1.1 Applications de PCB

Les applications fermées, partiellement ouvertes et ouvertes des PCB sont présentées dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 2 : Applications fermées des PCB

Isolation et/ ou liquide de refroidissement dans les transformateurs
Liquide diélectrique dans les condensateurs
Liquide hydraulique dans les équipements de levage, les camions et les pompes haute pression (industrie minière en particulier)

Tableau 3 : Applications partiellement ouvertes des PCB

Pompes à vide
Interrupteurs
Régulateurs de tension
Câbles électriques contenant des liquides
Disjoncteurs contenant des liquides
Fluides caloporteurs
Fluides hydrauliques

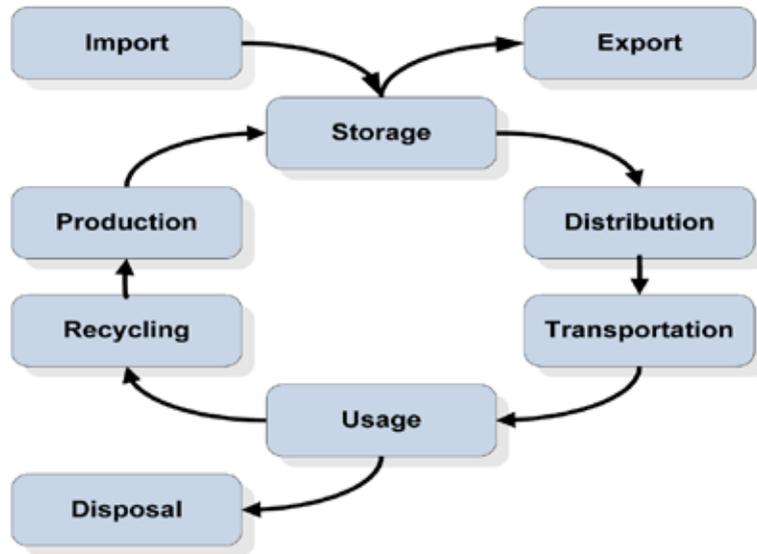
Table 4: Open Applications of PCBs

Mastics/ joints (bâtiments)
Peintures et plâtre
Revêtements anticorrosion (intérieurs et extérieurs)
Revêtements de surface (par ex. sols)
Câbles et gaines
Fenêtres à double-vitrage étanches
Liquides lubrifiants pour huiles et graisses ; huile de coupe
PCB en tant qu'ignifuge et agent pénétrant (par ex. étanchéité du bois en intérieur pour panneaux et finisseurs de sols)
Adhésifs
Papier autocopiant sans carbone
Encre
etc.

2. Voltage regulators are devices similar to transformers and have an iron core and windings used to boost up the voltage in long overhead power lines (the American -English name for a voltage regulator is booster). A rectifier is a device to change Alternating Current (AC) to Direct Current (DC). In use are semiconductors as Thyristors, GTO's IGBT's to "rectify" the AC. These electronic devices do not contain PCB.

Le cycle de vie des POP, et en particulier des PCB, devra toujours être pris en compte.

Graphique 1 : Cycle de vie des PCB



## 2.2. Examens et entretien périodiques des appareils contenant des PCB

Les appareils contenant des PCB sont sujets à des examens périodiques réguliers. Ces examens sont principalement constitués de la vérification des paramètres techniques et de production (par ex. caractéristiques techniques, perméabilité électrique des matériaux isolants, pertes).

En raison de la contamination possible de l'environnement, des inspections supplémentaires sont nécessaires pour les appareils identifiés comme contenant

des PCB. Ces inspections contrôlent principalement la présence de fuites ou d'huiles isolantes contaminées. Ainsi, les inspections suivantes devront être ajoutées au mandat d'inspections périodiques (si elles ne le sont pas déjà pour une autre raison) :

- Inspection de tous les éléments d'étanchéité de l'appareil (ceci consiste en une inspection visuelle si un élément fuit)
- Inspection destinée à vérifier si un élément contenant de l'huile isolante est oxydé (corrodé) (cette inspection est visuelle, les appareils contenant des huiles isolantes étant peints régulièrement pour

faciliter la dissipation de la chaleur)

- Inspection de déformations du boîtier de l'appareil (les condensateurs hermétiquement scellés sont souvent « gonflés »)

Si un des dommages mentionnés ci-dessus est confirmé, s'ensuit une des procédures d'intervention proposées ci-après :

- Les boulons sont resserrés. Si cela ne stoppe pas la fuite, une partie de l'huile isolante est purgée « en deçà de la délignuse » et l'élément d'étanchéité est remplacé.
- La surface oxydée est nettoyée avec une brosse en acier et du papier abrasif jusqu'à obtenir un brillant métallique. Ensuite, la surface est dégraissée avec des solvants, et on contrôle la présence de perforations ou de fuites avec du papier absorbant (du papier filtre ou un mouchoir en papier pourront également suffire). Même si il n'y a pas de fuites, la surface est imprégnée d'un produit neutralisant l'oxydation (« Antirost » ou équivalent) et finalement peinte avec les mêmes sous-couche et

couche de revêtement que les reste du transformateur. Même la fuite la plus légère mènera au démontage et à la soudure de l'élément (c.-à-d. le radiateur), à son remplacement si possible, ou le transformateur devra subir une réparation industrielle. S'il s'agit d'un condensateur, il sera jeté et remplacé par un élément neuf.

**CONSEIL : TOUTES CES INTERVENTIONS DOIVENT ÊTRE RÉALISÉES UNIQUEMENT PAR UN SERVICE QUALIFIÉ ET AGRÉÉ.**

### 2.2.1. Échantillonnage de transformateurs, condensateurs et matériaux de construction

Il est conseillé de préparer un kit d'échantillonnage contenant l'équipement de base pour des activités d'échantillonnage. Ceci garantit un accès immédiat à l'équipement essentiel en cas de besoin.



Photo 1 : Vue intérieure du kit avec équipement potentiel I



Photo 2 : Prendre en compte également les mesures de sécurité électrique

Normalement, des bouteilles en verre sont utilisées pour les échantillons liquides et des récipients en verre ou en plastique pour les solides. Néanmoins, si un taux élevé de PCB est anticipé (par ex. des PCB purs), des bouteilles en verre doivent toujours être utilisées, les PCB pouvant se diffuser au travers de récipients en plastique.

Les récipients d'échantillonnage doivent être parfaitement propres. Lorsque des récipients d'échantillonnage sont transportés sur de grandes distances, la qualité du verre (incassable) gagne évidemment en importance.

Lors de la préparation du kit d'échantillonnage, le nombre minimum d'échantillons prévus doit être pris en compte. Ceci dépend du type d'analyse des PCB et des éventuelles analyses supplémentaires (par ex. qualité de l'huile en cas de résultat négatif en PCB).

Veillez noter que les quantités mentionnées ci-dessus sont des montants minimaux. Il est recommandé de toujours prendre une plus grande quantité d'échantillon par ex. de remplir un récipient en PE-HD de 250 ml de terre. Pour les échantillons prélevés par forage, les quantités minimum sont acceptables dû aux procédures de prélèvement souvent difficiles.

Pour pouvoir déterminer en même temps la qualité du liquide de refroidissement d'un transformateur, prélever au moins 500 ml d'huile. Elle devrait être mise dans une bouteille en verre

de 500 ml (à couvercle bleu). Il y a de nombreux fabricants de bouteilles en verre de qualité, par ex. Schott, Duran ou Simax.

Tableau 5 : Quantités minimum des échantillons et récipients d'échantillonnage

Méthode	Matrice	Quantité	Récipient
Clor-N-Oil	Huile	10 ml	➤ Flacon en verre de 20 ml (couvercle blanc)
Clor-N-Soil	Solides (par ex. terre, ciment, poussière, etc.)	10 g	➤ Flacon en verre de 60 ml (couvercle blanc) ➤ Récipient en PE-HD de 250 ml (plastique, blanc à couvercle bleu)
L 2000 DX	Huile	10 ml	➤ Flacon en verre de 20 ml (couvercle blanc) ➤ Bouteille Hexavis de 30 ml (marron à couvercle blanc)
L 2000 DX	Solides (par ex. terre, ciment poussière, etc.)	Minimum 10 g, plus si possible	➤ Flacon en verre de 60 ml (couvercle blanc) ➤ Récipient en PE-HD de 250 ml (plastique, blanc à couvercle bleu)
CPG (laboratoire)	Huile	20 ml	➤ Bouteilles de 20 ml à ½ litre
CPG (laboratoire)	Solides (par ex. terre, ciment poussière, etc.)	10 g	➤ Flacon en verre de 60 ml (couvercle blanc) ➤ Récipient en PE-HD de 250 ml (plastique, blanc à couvercle bleu)



Photo 3 : Flacon en verre



Photo 6 : Flacon en verre de 60 ml



Photo 4 : Bouteille en verre Hexavis de 30 ml



Photo 7 : Récipient en PE-HD de 250 ml



Photo 5 : Bouteille en verre Duran de 500ml



Photo 8 : Récipient en PE-HD de 750 ml

### 2.2.2. Procédures générales d'échantillonnage

La principale source d'erreurs est la procédure d'échantillonnage elle-même. On devra donc accorder une attention particulière aux points suivants :

#### *Risque de contamination croisée*

Une contamination peut facilement se transmettre d'un échantillon à un autre. Lors de l'utilisation d'un matériel jetable (par ex. Kleenex, pipettes, doseurs en métal, etc.), il faut s'assurer d'utiliser un matériel neuf pour chaque nouvel échantillon. Si ceci n'est pas possible, le matériel usagé doit toujours être

nettoyé avant le prélèvement d'un nouvel échantillon. Si possible, des solvants (par ex. de l'acétone industrielle) devront être utilisés pour le nettoyage.

#### *Confusion des échantillons*

Pour éviter toute confusion entre les échantillons, il est important de marquer les récipients des échantillons immédiatement après leur prélèvement. Les mêmes données doivent également être enregistrées dans un rapport d'échantillonnage. Une étiquette doit être apposée sur les récipients d'échantillonnage.



Photo 9 : Enregistrement de toutes les données des appareils électriques échantillonnés



Photo 10 : Étiquetage AVANT le prélèvement

#### *Rapport d'échantillonnage:*

Le rapport d'échantillonnage doit être rempli immédiatement. S'il est complété ultérieurement, des informations importantes pourraient être perdues ou oubliées.

Des formulaires d'échantillonnage doivent être utilisés pour enregistrer les données nécessaires pour l'évaluation et l'interprétation, pour le contrôle de qualité et pour garantir la comparabilité avec d'autres observations d'évaluation.

Contrairement aux procédures de laboratoire, aucune procédure normalisée d'exécution des échantillonnages ne peut être établie, étant donné que les circonstances et les problèmes potentiellement rencontrés sont nombreux. L'ISO (ISO 2002c) recommande que le contrôle de qualité soit effectué selon les principes de la norme ISO 9000 (SNV 1999). Une norme de qualité adéquate exige l'application des méthodes de contrôle de qualité. Le contrôle de qualité implique des stratégies de réduction des erreurs d'échantillonnage et de manipulation des échantillons allant des phases de planification aux phases opérationnelles, en rendant les étapes de la procédure facilement compréhensibles et reproductibles (ISO 9000). Le contrôle de qualité oblige également ceux effectuant les activités d'échantillonnage à maintenir les normes nécessaires durant leur travail, sur tous les sites.

### 2.2.3. Échantillonnage des transformateurs

Pour prévenir tout contact de la peau avec les PCB, des gants jetables doivent être portés. Les yeux doivent être protégés de jets d'huile potentiels par des lunettes de protection.

L'échantillon peut être prélevé en se servant du robinet de vidange, qui est généralement en bas du transformateur. Quand un transformateur est débranché depuis plus de 72 heures, l'échantillon doit généralement être prélevé en bas de l'appareil car le PCB tombe vers le bas du fait de sa densité plus élevée. Le joint d'étanchéité est parfois endommagé lors de l'ouverture du robinet de vidange. Il est donc recommandé de toujours avoir un joint d'étanchéité supplémentaire à disposition.

Sinon, les transformateurs peuvent être échantillonnés par le bouchon de remplissage d'huile en utilisant une pompe manuelle (une nouvelle pompe doit être utilisée pour chaque transformateur). Les échantillons d'huile prélevés dans le vase d'expansion ne sont pas toujours considérés comme représentatifs, l'huile de circulant pas, et donc, ne se mélange pas vraiment.

***Souvent, les transformateurs sont échantillonnés en service. Des mesures de précaution appropriées doivent être prises et les règles de sécurité doivent être connues et respectées par les électriciens responsables à tout moment !***

Si seul le contenu en PCB de l'huile est analysé, des flacons en verre de 20 ml peuvent être utilisés à condition que l'analyse soit effectuée sur site. Si l'analyse est effectuée hors site et que les échantillons doivent être transportés sur de longues distances, des bouteilles en verre de 30 ml devront être utilisées comme récipients d'échantillons car ils sont plus robustes. Si le propriétaire d'un transformateur veut aussi analyser la qualité de l'huile, une bouteille en verre de 500 ml devra être utilisée.

Si un inventaire de PCB nécessite l'analyse du liquide de refroidissement, le propriétaire peut analyser la qualité de l'huile au même moment. Ceci dépend de l'âge et de l'état de l'équipement. Un tel entretien préventif permet une évaluation de la condition technique du transformateur et aide ainsi à prévenir des dommages/ des défaillances potentiels résultant par ex. d'acidité ou d'une humidité accrue.

**Les analyses de qualité d'huile doivent être effectuées après un résultat au PCB négatif : l'équipement de laboratoire sera sinon contaminé aux PCB.**

Les étapes suivantes doivent être suivies lors de l'échantillonnage d'un transformateur :

- Placer un bac récepteur sous le robinet de vidange,
- Étiqueter le récipient de l'échantillon avec le même numéro de série que sur le formulaire d'inventaire,
- Faire couler l'huile nécessaire dans le flacon en verre : la quantité dépendra du dépistage/ de l'analyse
- Resserrer soigneusement le joint.
- Apposer ensuite une vignette sur le transformateur avec le même numéro de série que sur le formulaire d'inventaire et le flacon en verre. La vignette contient généralement le numéro d'identification et la date d'échantillonnage

### Échantillonnage étape par étape d'un transformateur



Si la **qualité de l'huile** doit également être analysée, les étapes suivantes doivent être prises en compte :

- Échantillonnage par robinet de vidange : vidanger préalablement 1 à 2 litres d'huile pour nettoyer la canalisation

des particules qui pourraient s'y être accumulées,

- Quantité d'huile nécessaire : 0,5 à 1 litre,
- Laisser l'huile reposer 24 heures pour permettre aux particules de se déposer et à l'eau de se séparer,

- Prélever l'échantillon du tiers supérieur de l'huile en se servant d'une pipette, et
- Replacer les 1 à 2 litres d'huile vidangée dans le transformateur (seulement si le bouchon de remplissage d'huile est hors d'atteinte du courant à haute tension, sinon éteindre le transformateur avant de replacer l'huile vidangée)

Tous les déchets doivent être éliminés de façon écologiquement rationnelle : le mode d'élimination dépend toujours des résultats de l'analyse.

*Remarque : l'échantillonnage est aussi l'occasion de recueillir des informations utiles pour la base de données.*

#### 2.2.4. Échantillonnage de transformateurs mis hors service et vidangés

Souvent, les transformateurs ont déjà été mis hors service, stockés temporairement et vidangés au moment du dressage d'un inventaire de PCB. Dans ce cas, il doit être décidé sur place comment effectuer l'échantillonnage.

Même si un appareil a été vidangé, il devrait encore rester de l'huile dans la partie passive du transformateur, dû au phénomène de lixiviation au cours des jours et des semaines suivant la vidange. Selon la taille du transformateur, la lixiviation des parties solides de l'appareil (bois, papier isolant, etc.) peut laisser quelques litres d'huile au

fond du transformateur. Cependant, il n'y a généralement pas assez d'huile pour la prélever par le robinet de vidange, la couche d'huile étant plus basse que la valve.

Dans ce cas, l'appareil doit être échantillonné par une ouverture sur le dessus. Les tubes rigides (par ex. verre ou PE) peuvent être utilisés pour prélever un échantillon au fond du transformateur.

Les résultats en PCB obtenus sur les transformateurs vidangés pourraient être plus élevés que la contamination d'origine du transformateur. Ceci est dû au phénomène de lixiviation du noyau et des enroulements dans une quantité limitée d'huile.

S'il n'y a plus du tout d'huile dans l'appareil, des matériaux solides de la partie active du transformateur pourraient être échantillonnés et analysés (bois ou papier isolant). Cependant, une telle analyse ne peut être effectuée que dans un laboratoire par chromatographie en phase gazeuse.

Pour des raisons pratiques, il peut être recommandé d'étiqueter ces transformateurs vidangés comme contaminés aux PCB et les enregistrer comme tels dans les rapports d'inspection des sites (le formulaire d'inventaire) et les laisser aux enquêtes ultérieures.



Photo 11 : Échantillonnages de fûts en acier



Photo 12 : Apposition de vignettes au cours de l'échantillonnage et d'une vignette finale à l'issue de l'échantillonnage

#### 2.2.5. Échantillonnage de condensateurs

Les condensateurs électriques sont construits dans des boîtiers hermétiquement fermés, il n'y a donc aucun accès direct au liquide de refroidissement.

Dans de nombreux cas, le fabricant a fourni des informations sur le type de liquide diélectrique,

soit en l'identifiant sur la plaque signalétique ou sur une vignette séparée indiquant que le contenu est nocif pour l'environnement. Il est inutile d'enquêter plus loin dans de tels cas. Ces condensateurs contiennent manifestement des PCB et doivent être traités en conséquence.

Si une désignation est manquante et que les



Photo 13 : Identification du fluide d'un condensateur



Photo 14 : Vignette informative sur un condensateur

Informations pertinentes du fabricant ne sont pas disponibles, la seule façon de tester le liquide diélectrique est de percer un trou sur le dessus du boîtier ou de percer l'isolateur pour prélever un échantillon d'huile. Ceci peut être réalisé (par ex.) avec une pipette (à usage unique).

Une fois ouvert, le condensateur est endommagé et inutilisable, et devra donc être entreposé dans des récipients appropriés (par ex. dans un fût en acier homologué ONU).

*Ainsi, seuls les condensateurs mis hors service peuvent subir cette procédure. Les condensateurs encore en service et fabriqués avant 1993, et pour lesquels il manque des informations sur le liquide diélectrique, doivent être étiquetés comme équipements pouvant contenir des PCB (voir chapitre 2.5).*

S'il s'agit d'une série de condensateurs équivalents, il est généralement suffisant de ne prélever des échantillons que dans un ou deux des appareils de la série. Il est préférable d'analyser un échantillon mélangé provenant des deux condensateurs ayant les numéros de série les plus bas. Des précautions devraient être prises si l'analyse conclue à la présence de PCB, même si ce n'est qu'une contamination légère. Une telle contamination aurait pu avoir lieu au cours de la fabrication, par ex. en utilisant les mêmes pompes pour les huiles minérales et les PCB. Dans de tels cas, tous les condensateurs d'une série doivent être analysés.

Équipements de protection individuelle (EPI)  
Les EPI pour ces activités sont des gants et

des lunettes de protection. Une protection respiratoire n'est pas nécessaire lors du prélèvement d'échantillons individuels. Si plusieurs échantillons sont prélevés à intervalles courts, une protection respiratoire légère est recommandée.

#### Échantillonnage des petits condensateurs

Généralement, les condensateurs plus petits ne contiennent pas de PCB comme liquide flottant dans le boîtier, mais plutôt comme agents imprégnants dans les couches isolantes du condensateur. Il n'est donc pas possible de percer un trou dans le boîtier et de prélever un échantillon d'huile avec une pipette.

Aménager l'espace de travail avec un tapis de protection et un bac (en métal si possible). L'équipement de protection individuelle est constitué de gants, de lunettes de protection, et en cas de mauvaise ventilation, d'un masque de protection respiratoire. Tout d'abord, un cercle doit être découpé dans le dessus du boîtier du condensateur, près des contacts, au moyen d'une petite scie à métaux. Une fois que le dessus a été soulevé, il est généralement possible de retirer la partie active (les condensateurs n'ont généralement pas d'enroulements). Avec un outil, retirez à peu près 1 cm<sup>3</sup> des couches isolantes et conductrices et placez-les dans un flacon en verre de 60 ml. Les échantillons peuvent ensuite être préparés en laboratoire et analysés par chromatographie en phase gazeuse.

Tous les outils et matériaux entrés en contact avec les condensateurs doivent être nettoyés, par ex. avec de l'acétone, ou être éliminés en tant que déchets dangereux.



Photo 15 : Petits condensateurs



Photo 16 : Échantillonnage de petits condensateurs

#### Identification étape par étape de condensateurs contenant des PCB

<p><b>1<sup>ère</sup> étape – Année de fabrication :</b></p>	<p>Vérifier la plaque signalétique portant l'année de fabrication. Si le condensateur a été fabriqué en 19**<sup>af</sup> ou après → « Sans PCB »</p> <p>Il n'y a aucune politique de réglementation à l'échelle mondiale ni prescription de la convention de Stockholm sur une date limite. La décision se base sur la provenance des appareils électriques importés et les données d'exploitation. Par conséquent, elle peut varier d'un pays à l'autre. Dans de nombreux pays, la date limite est fixée à 1993</p> <p><b>** Année limite et/ou texte complémentaire à fournir par les pays.</b></p>	
<p><b>2<sup>ème</sup> étape – Déclaration :</b></p>	<p>Vérifier si la plaque signalétique porte la mention « PCB » ou une « marque de PCB », par ex. <i>Aroclor, Askarel, Clophen, Delor, Etauol, Fenclor, No Flamol Phenoclor, Pyralene, Pyranol, Sovol, etc.</i> → « Contient des PCB »</p>	
<p><b>3<sup>ème</sup> étape - Listes des condensateurs :</b></p>	<p>Comparer la plaque signalétique / le numéro de série avec ceux des listes de condensateurs. De nombreux appareils peuvent être identifiés ou classés selon les informations des listes de condensateurs. → « Sans PCB ou Risques de PCB »</p>	
<p><b>4<sup>ème</sup> étape – Échantillonnage / Analyse :</b></p>	<p>Si le condensateur ne peut être identifié selon les étapes 1 à 3 ci-dessus, il doit être échantillonné et analysé selon la procédure applicable aux transformateurs. Sinon, le condensateur peut être considéré comme contenant des PCB. Veuillez consulter les fiches d'information appropriées.</p>	

### 2.2.6. Échantillonnage de murs en béton et en brique

Une perceuse sans fil peut être utilisée pour le prélèvement. Des mèches d'un diamètre de 20 mm à 22 mm devraient être utilisées pour percer des trous dans les zones pouvant contenir des PCB. La poussière de ciment recueillie au cours du forage constitue l'échantillon à analyser.

#### Mesures de sécurité

Le processus de perçage produit une poussière qui doit être considérée comme contaminée. Par conséquent, les mesures de sécurité au cours de l'échantillonnage doivent être strictement respectées et il est essentiel de porter :

- Des gants en cuir et/ ou en nitrile,
- Des lunettes de protection,
- Un masque de protection respiratoire avec filtre pour vapeurs et poussières organiques,
- Protection auditive pendant le perçage.

Si des échantillons sont prélevés sur un mur en brique, la contamination croisée doit être évitée en prenant des mesures comme couvrir le sol d'un revêtement en plastique ou d'un tapis industriel. Ces matériaux doivent aussi être éliminés en tant que déchets dangereux.

#### Déterminer l'étendue de la zone contaminée

En cas de déversement, la première étape est une inspection visuelle du site. Dans la plupart des cas, les parties huileuses peuvent être distinguées visuellement. L'étendue de la contamination devra être examinée et l'origine du déversement trouvée.

Ces premières impressions doivent être vérifiées par quelques échantillons judicieusement choisis. Le premier échantillon sera prélevé sur le centre putatif, pour déterminer si le déversement contient des PCB. Si le premier échantillon révèle la présence de PCB, les échantillons suivants seront prélevés de manière à pouvoir délimiter la zone contaminée. Non seulement la taille de la surface contaminée, mais également la profondeur de pénétration dans le matériau, sont importantes. Le seuil au delà duquel un échantillon est considéré comme contaminé est de 50 mg/kg (ppm) : partant, tout échantillon au-dessous de 50 mg/kg (ppm) peut être considéré comme sans PCB.

Pour réduire les coûts, une stratégie devrait être élaborée pour délimiter la zone contaminée par un nombre réduit d'échantillons. Ceci peut être réalisé de multiples façons. La stratégie adéquate sera déterminée en fonction de la situation spécifique. La stratégie choisie peut être adaptée ou optimisée en tenant compte des résultats d'une analyse sur site des échantillons. Un exemple de contamination visible apparaît sur les 17 et 8. Si une zone assez étendue peut être considérée comme sans PCB, il est possible de réduire les dépenses d'échantillonnage en prélevant des échantillons mixtes pour le vérifier. Plutôt que de prendre plusieurs échantillons « simples » et de les analyser séparément, un échantillon mixte composé à parts égales de différentes zones d'échantillonnage peut être analysé en une seule fois. Si le résultat est bien au-dessous du seuil de 50 mg/kg, on peut supposer que toutes les

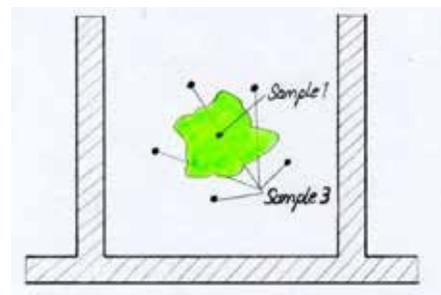


Photo 17 : Stratégie proposée – horizontale

zones sont sans PCB. Si le résultat indique une contamination de 50 mg/kg ou plus, la source de la contamination doit être trouvée par des échantillons simples supplémentaires.

Si l'étendue de la contamination n'est pas visible, une stratégie particulière au site doit être adoptée. La zone supposée contaminée pourrait être quadrillée, un échantillon (mixte) étant prélevé dans chaque quadrat.

#### Échantillonnage

Après l'élaboration de la stratégie d'échantillonnage et la prise en compte des mesures de sécurité mentionnées ci-dessus, le perçage peut être effectué. Le rapport d'échantillonnage doit être correctement rempli et les récipients d'échantillons étiquetés en conséquence.

**Avant de percer, la mèche doit être nettoyée, par ex. avec de l'acétone, pour empêcher toute contamination de perçages précédents.**

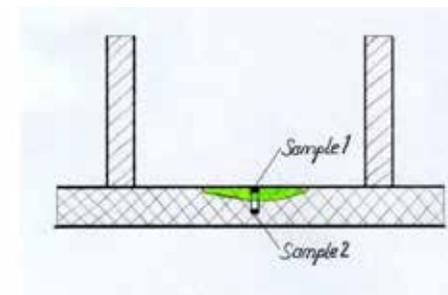


Photo 18 : Stratégie proposée – verticale

Pour une analyse sur le terrain, 10 grammes de poussière de ciment ou de brique sont nécessaires, mais il est recommandé d'en prélever plus pour que les résultats puissent être contre-vérifiés ou vérifiés par chromatographie en phase gazeuse. Prenez en compte le fait que la contamination doit varier avec la profondeur du trou percé.

**Il est ainsi recommandé de ne pas percer plus profondément que 1,5 cm par échantillon. Si la quantité nécessaire de poussière ne peut être obtenue à partir de ce trou, il est recommandé de percer un autre trou juste à côté, plutôt que de percer plus profondément.**

La poussière produite par la perceuse peut être recueillie avec une cuillère multi-usages (19) et versée dans le récipient à échantillon. Après l'échantillonnage, toute poussière restante doit être recueillie avec une brosse et un plateau de pesage, et éliminée en tant

3. Il est recommandé de choisir l'année de fabrication des condensateurs en conformité avec la législation nationale. Dans le cas où une année de référence serait manquante dans la législation nationale, il est alors recommandé d'utiliser 1993, comme année de référence.



Photo 19 : Échantillonnage de ciment



Photo 20 : Nettoyage de la poussière restante

que déchet dangereux. Les matériaux entrés en contact avec le sol/ la poussière doivent être nettoyés avec de l'acétone ou éliminés en tant que déchets dangereux.

L'échantillonnage d'un mur de briques nécessite l'aide d'une deuxième personne qui recueillera la poussière de perçage avec un récipient approprié.

#### Échantillonnage en profondeur

Selon le type de stratégie choisie pour délimiter l'étendue de la contamination, les limites de profondeur de la contamination doivent être vérifiées en prélevant des échantillons.

Vous trouverez ci-dessous une explication de la procédure pour l'échantillonnage de profondeur pour une profondeur de pénétration du contaminant de 10 cm :

Tout d'abord : la zone est couverte d'un tampon absorbant (env. 30 x 30 cm, avec

un trou au centre d'à peu près la taille de la mèche de perçage). Ensuite : un trou d'une profondeur de 10 cm est percé, la poussière est recueillie et le trou est nettoyé. Le tampon absorbant est ensuite enlevé et éliminé en tant que déchet dangereux, y compris la poussière. La surface est ensuite recouverte d'un nouveau tampon absorbant tel que décrit plus haut, et du ruban adhésif est placé par dessus le trou pour faciliter le recueil de la poussière. Le perçage se poursuit jusqu'à la profondeur nécessaire pour l'échantillon. La poussière recueillie ne devrait pas entrer en contact avec la surface contaminée, sinon l'échantillon sera un mélange et donnera lieu à des résultats erronés. Enfin, le tampon absorbant est retiré et éliminé en tant que déchet dangereux.

#### 2.2.7. Échantillonnage de terre

Au cours de l'échantillonnage il est recommandé de porter :

- Des gants jetables (nitrile ou vinyle).

Si un site est fortement contaminé, le port des équipements suivants est recommandé :

- Un masque de protection respiratoire avec filtre pour vapeurs et poussières organiques,
- Combinaison et bottes en tyvek.

La délimitation de l'étendue de la zone contaminée fonctionne selon les mêmes principes que pour l'échantillonnage sur murs en béton ou en brique (voir le chapitre précédent). En ce qui concerne les échantillons de terre, le choix du lieu de prélèvement influe sur les résultats obtenus.

Les zones potentiellement contaminées sont des sites sur lesquels des transformateurs contenant des PCB ou des transformateurs et/ou des condensateurs contaminés

aux PCB sont ou avaient été installés ou entreposés. Dans certains cas, des taches d'huile résultant de fuites ou d'entreposage inadéquat sont même visibles. La terre ou le gravier de telles zones nécessitent une attention particulière.

S'il n'y a pas de taches visibles dans les zones indiquées, des échantillons mixtes doivent être prélevés directement sur la surface. Une stratégie de délimitation de la zone contaminée devrait être élaborée (voir également l'échantillonnage de murs en béton ou en brique). Les échantillons de surface sont prélevés à l'aide d'une cuillère multi-usages propre. Après le prélèvement, la cuillère doit être nettoyée avec un solvant (acétone) pour empêcher toute contamination croisée.



Photo 11 : Échantillonnage de surface



Photo 22 : Échantillonnage de profondeur (sillon de prélèvement)

Le rapport d'échantillonnage<sup>4</sup> doit être correctement rempli et le récipient de l'échantillon doit être étiqueté en conséquence. Des flacons en verre ou des récipients en plastique PE-HD devront être utilisés.

*Les grosses pierres* ne sont pas appropriées pour une analyse, la solution d'extraction pour extraire les PCB pour l'analyse ne pénétrant pas la pierre en profondeur. Un matériau fait de petit gravier ou de sable sera préféré.

**La contamination croisée doit être évitée dans tous les cas.** Après usage, le doseur et tous autres éléments ayant été en contact direct avec la terre doivent être nettoyés avec de l'acétone ou éliminés en tant que déchets dangereux.

L'échantillonnage de terre et de nappes phréatiques doit être effectué selon les protocoles, dont une description détaillée sort du cadre de ce guide.

### **2.3. Kits d'analyse et analyse en laboratoire**

L'analyse des PCB peut être divisée en deux catégories : *méthodes spécifiques et méthodes non spécifiques.*

Les méthodes spécifiques comprennent la chromatographie en phase gazeuse (CPG) et la spectrométrie de masse (SM) qui analysent des molécules de PCB particulières.

Les méthodes non spécifiques identifient des catégories de composés comme les hydrocarbures chlorés, auxquels appartiennent les PCB. Ces méthodes non spécifiques comprennent les tests de dépistage de PCB sur le terrain comme les kits d'analyse CLOR-N-OIL et CLOR-N-SOIL ainsi que l'analyseur de terrain L2000 DX.

***En général, les méthodes spécifiques aux PCB sont plus précises que les méthodes non spécifiques, mais elles sont plus coûteuses, prennent plus de temps, nécessitent un personnel compétent, et ne peuvent être mises en œuvre sur le terrain.***

Deux tests non spécifiques sont décrits ci-dessous, qui ne sont néanmoins ABSOLUMENT PAS recommandés dû à l'incertitude des résultats et du potentiel élevé de pollution de l'eau et de l'air !

#### *Tests de densité*

La façon la plus facile de vérifier si de l'huile contient ou non une concentration élevée de PCB est un simple test de densité : ● Utiliser un flacon en verre de 10 ml ● verser de l'eau dans le flacon ● ajouter du liquide diélectrique. Si la couche d'huile reste au fond du flacon, la densité de l'huile est  $> 1$ . Dans ce cas, il n'y a aucun doute que la concentration en PCB est plutôt élevée. Si la couche d'huile flotte sur l'eau, on peut supposer que c'est une huile minérale de densité  $< 1$ .

4. Les rapports d'échantillonnage pourraient prendre la forme du formulaire d'inventaire des PCB prévu par la « Réglementation sur les critères de manutention, d'entreposage et d'élimination des PCB »



Photo 23 : Test de densité avec de l'huile et de l'eau dans un chantier de récupération de ferraille

***Cependant, un test de densité ne reste qu'une méthode d'urgence pour identifier une source de PCB purs. Il ne peut être recommandé comme outil fiable à des fins d'inventaire, l'huile contaminée ne pouvant être détectée. De plus, il y a un risque élevé de contamination de l'eau/ des eaux usées par des hydrocarbures en raison d'une élimination écologiquement non conforme.***

#### *Méthode Beilstein*

Un morceau d'oxyde de cuivre attaché à un fil de platine est humidifié avec l'huile à analyser et tenu dans la partie extérieure de la flamme d'un bec Bunsen. Dès que le carbone a été consommé, la présence de chlore est signalée par la couleur verte ou bleu-vert de la flamme. Cette couleur est produite par du chlorure de cuivre se volatilisant, et son intensité et sa durée dépendent de la quantité de chlore présente.



Photo 24 : La même méthode dans un laboratoire d'analyse d'huiles

***Ce test ne peut être réalisé qu'en laboratoire par des chimistes dans des hottes de laboratoire et/ou dans des salles adéquatement ventilées en raison du risque de production et de dispersion non intentionnelles de dioxines hautement toxiques.***



**Généralement, le test de densité et la méthode Beilstein ne peuvent être utilisés qu'en tant que méthodes d'urgence, ou en cas de manque important de ressources et dans certaines circonstances.**

#### **Kits de détection de chlore**

Il existe différentes marques de kits de détection de chlore :

- Technologie d'immunoessais ENVIROGARD de Millipore ;

- CLOR-N-OIL et CLOR-N-SOIL de Dexsil. Le test de Dexsil distingue généralement les kits d'analyse des PCB pour huile (par ex. CLOR-N-OIL) et pour les sols (par ex. CLOR-N-SOIL).



Photo 25 : CLOR-N-OIL

Les deux tests de Dexsil reposent sur le même principe : les atomes de chlore sont chimiquement retirés des PCB, la concentration totale en chlore est déterminée et signalée par une réaction colorimétrique. Trois niveaux de tests différents sont disponibles : **20 ppm, 50 ppm et 500 ppm**. Chaque kit est utilisé de la même façon. La cible terminale de chacun d'entre eux a été ajustée pour qu'elle change de couleur au niveau requis. Ce kit est un test de type « GO / NO GO » dans lequel le résultat est soit positif, soit négatif.

Pour plus d'informations et des liens vers les kits d'analyse et leurs applications, se reporter à l'annexe 12.1.

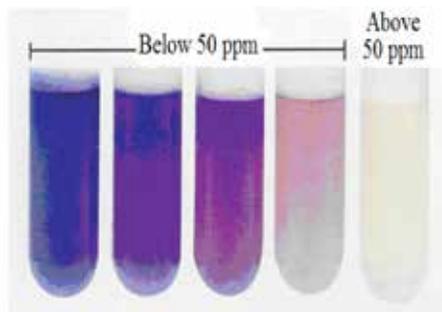


Photo 26 : CLOR-N-OIL 50 ppm

*Détection instrumentale de la concentration en chlore*  
Les détections instrumentales de la concentration en chlore sont des méthodes se servant d'instruments ou d'analyseurs pour déterminer la concentration en chlore des échantillons.

Le L2000DX s'appuie sur le même processus chimique de base que les kits d'analyse CLOR-N-OIL. Cependant, au lieu d'une réaction colorimétrique, le L2000DX utilise une électrode à ion spécifique pour quantifier la contamination de l'échantillon. L'analyse d'échantillons est disponible pour les huiles de transformateurs, les sols, l'eau et les prélèvements de surface. L'échelle de mesure utile pour les huiles et les sols va de 2 à 2.000 ppm, de 20 ppb à 2 000 ppm pour l'eau et

de 2 à 2 000 ug/100 cm<sup>2</sup> pour les prélèvements de surface.

L'analyseur L2000DX est préprogrammé avec les facteurs de conversion pour tous les Aroclors principaux et la plupart des pesticides et solvants chlorés. Les méthodes intégrées comprennent des corrections selon l'efficacité des méthodes d'extraction, des coefficients de dilution et des contributions à blanc.



Photo 27 : Analyseur L2000 pour PCB

Le L2000DX peut être utilisé sur le terrain ou en laboratoire par un personnel sans connaissances techniques particulières. Un échantillon d'huile sera analysé en à peu près cinq minutes, tandis que les analyses d'eau, de sols et de prélèvements de surface nécessiteront à peu près dix minutes chacun. Ceci élimine le besoin d'attendre des jours, voire des semaines, pour obtenir les résultats d'analyses effectuées en laboratoire. Des équipes travaillant sur un site peuvent intervenir immédiatement pour sécuriser des équipements, isoler un site, ou éliminer des sols contaminés.



Photo 28 : L2000 en cours d'utilisation

L'instrument sera calibré au début de chaque jour (cela prend à peu près 2 minutes). Une fois la calibration effectuée, un réactif à blanc est testé pour s'assurer que l'analyse soit correctement exécutée et pour servir de référence pour des résultats précis pour les concentrations faibles. Une soustraction à blanc peut être incorporée dans la méthode, et elle sera automatiquement mise à jour au moment de la calibration. Les étapes de préparation comprennent l'extraction des matières organiques chlorées du sol,

de l'eau ou du prélèvement de surface, (ceci n'est pas nécessaire pour les PCB dans de l'huile de transformateur), et la réaction de l'échantillon avec un réactif au sodium pour transformer les matières organiques en du chlorure. Ce chlorure est ensuite quantifié par l'analyseur L2000DX. Plusieurs échantillons peuvent être préparés simultanément, puis analysés en moins d'une minute par échantillon. Un opérateur peut effectuer à peu près 65 tests d'huile, ou 45 tests de sols ou de prélèvements de surface en une journée de huit heures.

En ce qui concerne la production de déchets au cours des activités d'échantillonnage et de dépistage, il est généralement conseillé de considérer tout déchet comme étant contaminé aux PCB. Par conséquent, un conditionnement homologué ONU (fûts en acier ou en PE, grands récipients pour vrac (GRV), conteneurs, etc.) doit être disponible pour les déchets liquides et solides. Tous les réactifs usagés, les kits d'analyse, etc. devront également être collectés et éliminés en tant que déchets industriels.

Tableau 6 : Avantages et inconvénients du dépistage sur le terrain

Field Screening Tests	
Advantages	Disadvantages
<p><b>Time:</b> Within minutes one has proof whether the sample contains &gt; or &lt; than 20/50/100 ppm PCB.</p>	<p>Can provide false-positive results (but never false-negative)</p>
<p><b>Easy to use:</b> The tests follow a simple procedure anyone can perform in the field or lab.</p>	
<p><b>Inexpensive:</b> A PCB determination by test kits is less expensive than analysis in the laboratory.</p>	
<p><b>Economical:</b> Many samples need not to be analyzed by GC at all.</p>	



Photo 29: Exercice d'utilisation du L2000



Photo 30 : Utilisation du Clor-N-Soil sur le terrain

### 2.3.1. Analyse par chromatographie en phase gazeuse (CPG)

La chromatographie en phase gazeuse sépare les composantes d'une mixture et permet à un détecteur à capture d'électrons de détecter tout composé contenant du chlore, y compris les PCB.

En raison de leurs temps de rétention uniques, les PCB peuvent normalement être isolés des autres composés chlorés au moyen de cette technique. Si d'autres composés chlorés très proches sont présents dans l'échantillon, un détecteur de spectrométrie de masse pourra alors trouver « l'empreinte » des PCB et confirmer leur identité.

La question est fréquemment posée de savoir si ces analyses devraient se concentrer sur des mélanges de PCB (par ex., les mélanges Aroclor) ou sur des congénères

individuels. Les analyses portant sur un congénère particulier présentent des avantages importants par rapport aux analyses de mélanges : généralement, les analyses de congénères ont des seuils de détections plus basses et une plus grande richesse d'informations. De plus, la composition de mélanges de PCB altérés, dégradés et métabolisés peut être plus facilement mesurée et interprétée.

Par ailleurs, il est plus facile de détecter les interférences provoquées par d'autres substances chimiques, et la quantification des congénères individuels est plus précise. Cependant, la co-élution des substances à analyser est un problème pour les analyses de congénères des PCB : l'analyste aura donc besoin d'un programme d'assurance de qualité robuste et de matériaux de référence fiables.

Tableau 7 : Avantages et inconvénients de la chromatographie en phase gazeuse

Gas Chromatography	
Avantages	Disadvantages
Exact results	Relatively high costs
Identification of PCB type possible	Long waiting time for result

Les analyses seront effectuées par des laboratoires accrédités et enregistrés. Les laboratoires effectuant des analyses de PCB devront incorporer des programmes d'assurance et de contrôle de qualité.

### 2.3.2. Procédures d'analyse

Pour réduire les coûts et les temps d'analyse, il est recommandé de se servir de kits de dépistage chaque fois que possible. Néanmoins, il doit être pris en compte que ces méthodes dépistent le chlore dans les échantillons analysés. Pour cette raison, d'autres composés chlorés dans les échantillons pourraient provoquer des résultats positifs erronés, ces méthodes d'analyse présument que tous les composés chlorés sont des PCB. Les résultats négatifs erronés sont impossibles : s'il n'y a aucune trace de chlore, il ne peut non plus y avoir de PCB.

Ainsi, si un kit d'analyse indique un résultat négatif (PCB en deçà de 50 ppm) cela

doit être exact. Il n'y a donc pas besoin de confirmer le résultat par une autre méthode.

*Si un kit d'analyse ou l'analyseur L2000 DX indique un résultat d'analyse positif (PCB > 50 ppm), il est nécessaire à chaque fois de procéder à une vérification par chromatographie en phase gazeuse.*

Dans ce cas, l'échantillon à analyser par chromatographie en phase gazeuse doit être conservé et transmis au laboratoire compétent. Si les résultats d'une analyse CPG sont considérablement inférieurs à ceux du dépistage, il n'y a aucune raison de s'en inquiéter.

Les analyses sont standardisées pour l'Aroclor 1242 avec un contenu en chlore de 42 %. Les analyses d'échantillons de PCB plus fortement chlorés (par ex. Aroclor 1260 avec un contenu en chlore de 60 %) ont par conséquent un résultat plus élevé que le contenu véritable de PCB, les kits d'analyse étant toujours prudents.

Même si des résultats positifs erronés obtenus par dépistage peuvent mener à des tests secondaires superflus, les méthodes non spécifiques peuvent être très économiques lorsqu'elles sont utilisées sur des échantillons prélevés, par exemple, dans des huiles de transformateurs, dans lesquelles le chlore provient le plus souvent des PCB. Toutefois, les huiles de carter et de coupe contiennent toujours de la paraffine chlorée et presque tous les tests non spécifiques produisent des résultats positifs erronés. Des analyses en laboratoire plus coûteuses sont recommandées pour l'analyse des PCB présents dans ces huiles chlorées.

### 2.4. Base de données

Les informations sur les équipements contenant des PCB et sur leurs propriétaires,

qui sont recueillies au cours de l'inventaire national, doivent être enregistrées dans une base de données :

Une base de données Access ou logiciel semblable est un outil idéal pour estimer la quantité globale de PCB. Ces informations sont essentielles dans le cadre de propositions de projets tels qu'installations de décontamination ou d'élimination sur le territoire national. La base de données permet aux autorités environnementales de contrôler les équipements contenant des PCB quant aux délais d'élimination. Les adresses de tous les propriétaires d'équipements contenant des PCB étant enregistrées, la base de données peut aussi être utile si les autorités environnementales ont besoin de correspondre avec les propriétaires.

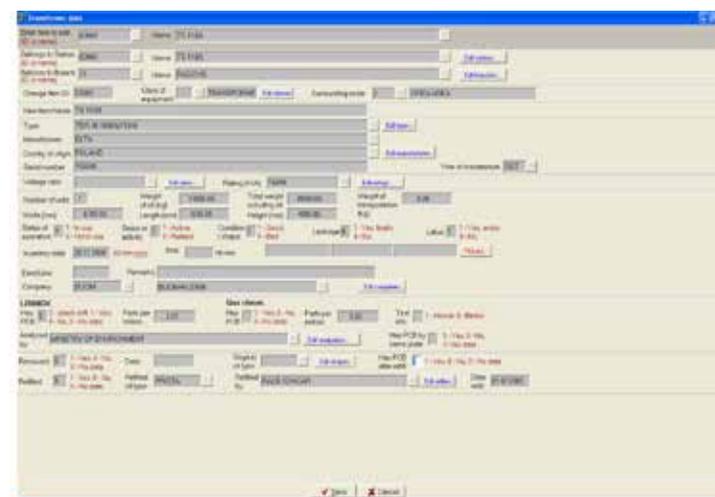


Photo 31 : Exemple de masque de saisie d'une base de données

Le masque de saisie de la base de données devrait correspondre au formulaire d'inventaire. Toutes les informations du formulaire devraient être enregistrées dans la base de données. Les informations à déclarer par les intervenants dans le formulaire d'inventaire devraient au moins comprendre : données générales sur la propriété, informations sur les équipements, par ex. dimensions, évaluation, emplacement – intérieur/extérieur –, etc. ainsi que des informations qui pourraient être essentielles pour une élimination future (par ex. fuites, statut du dépistage des PCB, etc.). De plus, les données liées à des zones de contamination aux PCB devraient être incluses, sites et nappes phréatiques inclus.

Des photos des équipements et des fuites éventuelles doivent également être intégrées à la base de données nationale des PCB. C'est pourquoi l'infrastructure de la base de données devra pouvoir stocker des photos numériques.

Selon les critères des délais d'élimination (voir également le chapitre 3.3) les informations suivantes devraient être prises en compte :

- Les équipements sont-ils en service ou hors service ?
- La concentration en PCB est-elle < 500 mg/kg ou > 500 mg/kg
- La condition technique des équipements est-elle bonne ou mauvaise ? et
- Les équipements se trouvent-ils proches de zones sensibles (par ex. hôpitaux,

centres médicaux, industries alimentaires, services d'eau et d'assainissement, bâtiments à haute fréquentation etc.) ?

Idéalement, les critères ci-dessus seront reliés à une fonction de recherche ou de sortie de la base de données, qui permettra à l'utilisateur de contrôler et de surveiller chaque équipement devant être éliminé avant un certain délai.

Chaque partie de la Convention de Stockholm doit fournir un rapport à la Conférence des Parties (CdP) tous les cinq ans sur les progrès en matière d'élimination des PCB. Une fonction de la base de données devrait donc permettre l'enregistrement et l'affichage de tout l'équipement éliminé dans une période donnée.

Une base de données des PCB ne devrait pas simplement être vue comme une façon de stocker toutes les informations recueillies, mais aussi comme un outil qui devra être continuellement mis à jour, évalué et adapté, jusqu'à l'élimination du dernier appareil contenant des PCB (2028).

### 2.5. Étiquetage des équipements vérifiés

Lors du dressage de l'inventaire, les équipements vérifiés devront être étiquetés par mesure de précaution. Selon les résultats de l'analyse d'un échantillon ou de l'examen de la plaque du constructeur sur un condensateur, une vignette, décrite

ci-dessous, devra être apposée sur les équipements.

Ceci garantira que les équipements puissent être facilement et correctement séparés



Photo 32 : Vignette d'équipement sans PCB



Photo 33 : Vignette d'équipement contenant des PCB



Photo 34: Vignette d'équipements soupçonnés de contenir des PCB

d'élimination au moment des activités de démantèlement. De plus, en cas d'accident, ceci permettra d'évaluer le danger immédiatement et de visu, selon la couleur de la vignette.

Cet équipement a été contrôlé.

Soit l'analyse de l'échantillon a indiqué un contenu en PCB de < 50 ppm, soit il a été possible de déterminer de façon définitive que l'équipement ne contenait pas de PCB, par ex. grâce à la plaque du constructeur, la plaque signalétique, etc. (possible uniquement avec les condensateurs).

La vignette rouge est apposée sur les équipements dont la concentration en PCB > 50 ppm a été démontrée par analyse, ou si l'équipement a pu clairement être identifié comme contenant des PCB au moyen d'informations du constructeur, par ex. nom du liquide de refroidissement. (possible avec les transformateurs et les condensateurs).

L'équipement a été enregistré mais le dépistage de PCB n'a pas encore eu lieu, par ex. si l'échantillonnage n'est possible qu'après la mise hors service de l'équipement. Les équipements étiquetés de la sorte sont encore susceptibles de contenir des PCB, un échantillon doit être analysé à l'issue du démontage et l'élimination.

Il est recommandé que les parties contractantes utilisent les vignettes proposées, présentées dans les photos 32 à 34, pour une reconnaissance facilitée lors des équipements en services, en maintenance et hors service. Pour l'exportation, les pays doivent également utiliser les vignettes décrites dans le chapitre 8.2.2, conformément aux exigences de la Convention de Bâle.



Photo 35 : Exemple de transformateurs étiquetés



Photo 36 : Exemple de condensateurs étiquetés

Équipement décontaminé ayant contenu des PCB	
Le liquide contenant des PCB a été remplacé :	
- par	..... (nom du liquide de remplacement)
- le	..... (date)
- par	..... (entreprise)
Pourcentages pondéraux des PCB dans le liquide de l'équipement :	
- ancien liquide	.....
- liquide de remplacement	.....

Photo 37 : Vignette d'équipements décontaminés ayant contenu des PCB

De toute évidence, la concentration de PCB augmentera avec le temps en raison des PCB restants dans les parties actives de l'équipement (transformateur). C'est pourquoi une évaluation fiable de la concentration ne peut intervenir qu'un certain temps après la décontamination.

Le propriétaire du transformateur décontaminé devrait tester de nouveau l'huile du transformateur au plus tôt six mois après le traitement, et de nouveau au bout de 2 à 3 mois de remise en service,

avant d'envisager le reclassement du transformateur.

Les vignettes seront fabriquées par les propriétaires des équipements conformément aux dispositions (concernant la taille et le matériau des vignettes) fixées dans la réglementation relative aux inventaires.

### 2.6. Contrôle des sites

L'objectif du contrôle d'un site est d'identifier tous les matériaux ayant pu être contaminés par des équipements contenant des PCB en raison de fuites, de pratiques de travail inadéquates, de déversements, d'entreposage inadéquat ou d'accidents. Les endroits à contrôler comprennent les sols en béton ou le gravier sous d'anciens équipements contenant des PCB, les sols en béton dans les ateliers ou les sites d'entreposage, le sol d'anciennes décharges ou de lieux d'accidents, etc.

Le contrôle de l'ensemble de la zone d'une entreprise est la dernière étape après l'élimination ou la décontamination de tous les équipements contenant des PCB de cette entreprise. Cependant, il est également recommandé d'effectuer un contrôle de site moins poussé après l'élimination ou la décontamination d'un élément unique. Dans ce cas, le contrôle couvrira uniquement la zone de l'appareil concerné.

### 2.6.1. Registre foncier des zones et installations d'entreposage potentiellement contaminées aux PCB ou accueillant des équipements contaminés

Une base de données sur des zones contaminées aux POP fait état de tous les lieux potentiellement contaminés aux PCB. Ceci inclut tous les sites où les PCB ou les équipements contenant des PCB ont été utilisés, réparés ou entreposés.

Seront également être examinés les lieux et les conditions d'utilisation antérieurs des PCB. Les archives de l'entreprise sur les flux de matériau ou les documents sur les anciens équipements peuvent être une source d'informations utile. En outre, il peut s'avérer utile d'interroger les employés de l'entreprise chargés, ou anciennement chargés, de l'acquisition ou de l'entretien d'équipements contenant potentiellement des PCB.

Les questions à poser porteront sur les types d'équipements achetés, les pratiques d'entretien, le mode de remplissage, les fûts de PCB entreposés pour le remplissage, les lieux d'entreposage et les ateliers, les accidents, etc.

Les informations obtenues doivent être contrôlées visuellement pour confirmer le risque de PCB. Les lieux devant être visités sont :

- Emplacements actuels et antérieurs d'équipements contenant des PCB (contrôler en particulier le sol sous les équipements pour toute fuite),
- Ateliers actuels et antérieurs, Lieux d'entreposage actuels et antérieurs d'équipements ou de liquides isolants de rechange contenant potentiellement des PCB,
- Lieux des accidents (déversements, pannes internes, etc.), et décharges.

Tout bâtiment où des équipements contaminés aux PCB sont entreposés : une vignette devra être apposée sur les portes du bâtiment, comme indiqué plus haut.

### 2.6.2. Évaluation des risques

Pour optimiser les procédures suivantes, il est recommandé d'évaluer les risques associés aux sites enregistrés dans la base de données sur les zones contaminées aux POP. Les questions devant être considérées sont :

- La contamination aux PCB est-elle contenue ou se propage-t-elle encore ?
- La contamination compromet-elle l'eau potable (aquifères) ?
- Le lieu est-il très fréquenté par des employés ou des passants (zone résidentielle) ?
- Quantification : Quelle est l'étendue de la contamination potentielle ? Quelle est la quantité de marchandises potentiellement contaminées ? et
- Entreposage : Les biens potentiellement contaminés aux PCB sont-ils

adéquatement entreposés (dans des fûts ou bacs, protégés et séparés des autres produits) ou inadéquatement entreposés (pas de bacs, à ciel ouvert) ?

Les sites qui posent des risques accrus pour l'homme et/ou pour l'environnement prévoient des mesures d'intervention immédiate d'un niveau de priorité plus élevé que le niveau généralement retenu.

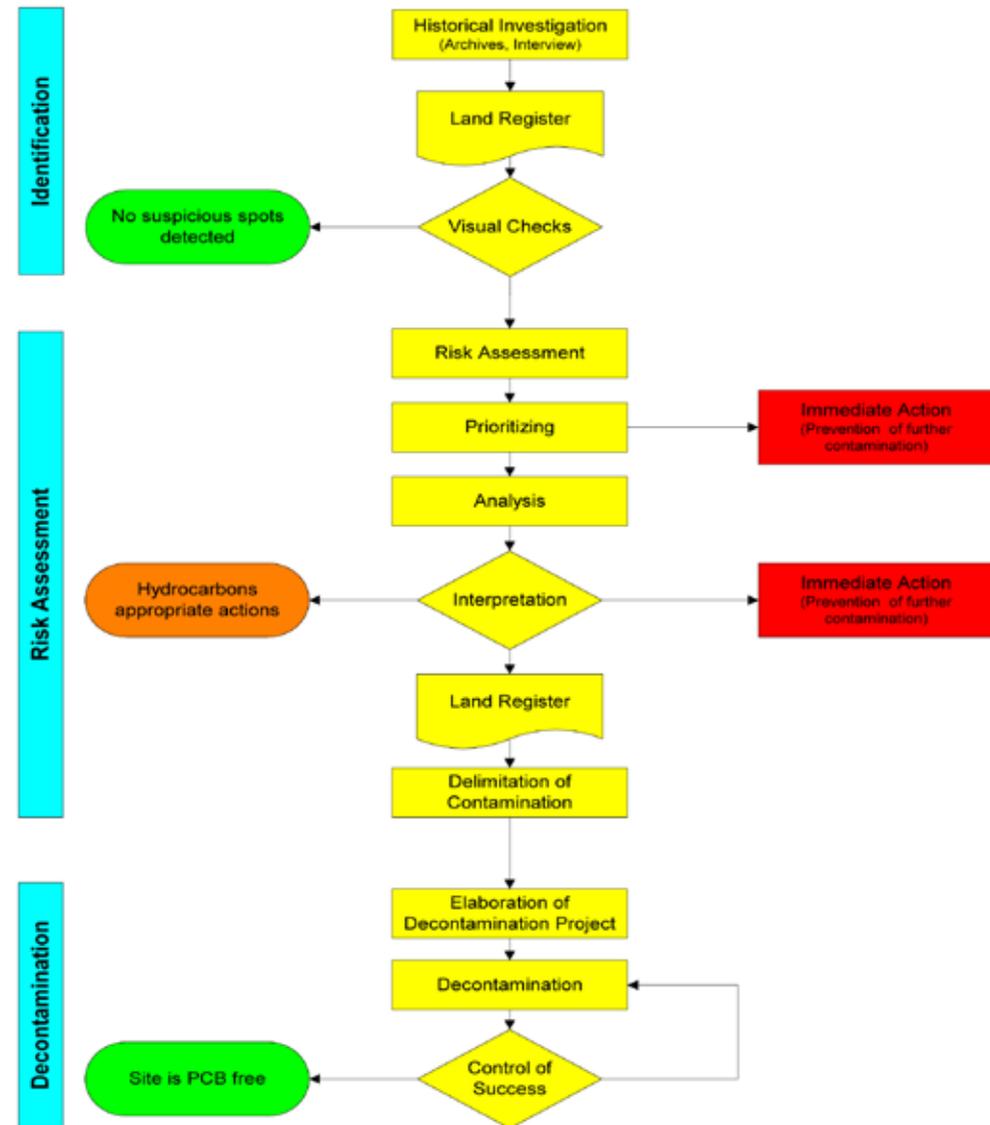
### 2.6.3. Analyse

Dans l'étape suivante, la contamination potentielle aux PCB doit être démontrée ou réfutée en prélevant et en analysant des échantillons spécifiques. Il est important de souligner que même si un déversement visible de contient pas de PCB, il est très probable qu'il contienne des hydrocarbures, qui posent également un risque pour l'environnement, et doivent être traités.

### 2.6.4. Étendue de la contamination

Lorsqu'il est confirmé qu'un site est contaminé aux PCB, l'étendue de la contamination doit être délimitée en prélevant des échantillons supplémentaires. De plus, les conditions environnantes du site en termes d'accessibilité pour les équipements, de disponibilité de l'eau et de l'électricité, etc., doivent être précisées. Sur la base des informations obtenues, l'on procèdera à la décontamination. L'organigramme suivant fournit un récapitulatif des procédures de contrôle des sites.

Graphique 2 : Contrôle des sites – procédures



## GESTION DES PCB EN APPLICATIONS FERMÉES

### 3.1. Plan de gestion des PCB

En raison des propriétés nocives des PCB, chaque propriétaire d'équipements contenant des PCB devrait élaborer un plan de gestion des PCB. Ce plan traitera le cycle de vie entier de ces produits (utilisation, manipulation/manutention, entreposage et élimination) en prenant en compte les dates précisées par la réglementation sur les PCB. Le plan de gestion devrait se fonder sur le principe du « pollueur-payeur » et devrait être conforme aux lois, à la réglementation, et aux priorités nationales. L'utilisation, la manipulation / la manutention et l'entreposage des équipements contenant des PCB doivent être considérés comme des questions importantes par les systèmes de gestion environnementale (ou Système de Management Environnemental) de l'organisation, et seront également considérés comme des risques lors des évaluations des risques de santé et de sécurité sur le lieu de travail. Un plan de gestion des PCB comprend les composantes suivantes.

#### 3.1.1. Désignation d'un responsable PCB

Chaque entreprise doit déléguer à une ou plusieurs personnes, selon la taille de l'entreprise, la responsabilité de la mise en œuvre des procédures décrites ci-dessous. En cas d'incident lié aux PCB, le représentant PCB dirigera les procédures d'urgence.

#### 3.1.2. Formation du personnel

Le personnel doit être régulièrement formé aux risques que ces produits posent pour l'homme et pour l'environnement, ainsi qu'aux mesures de sécurité décrites au chapitre 5. Les précautions à prendre pour empêcher la contamination de transformateurs sans PCB (par ex. en les remplissant d'huiles non testées) et les mesures à prendre en cas d'accident seront être révisées périodiquement.

#### 3.1.3. Inventaire

Tous les équipements en service et hors service pouvant contenir des PCB doivent être identifiés et contrôlés (voir également le chapitre 2.1 Inventaire). Tous les appareils contrôlés doivent être correctement étiquetés, de la manière indiquée au chapitre 2.5.

#### 3.1.4. Base de données sur les lieux accueillant des équipements et des déchets contenant des PCB ou contaminés aux PCB

Comme indiqué au chapitre 2.5, les appareils, liquides, solides, sols et déchets inventoriés seront enregistrés dans une base de données adéquate. Ceci permettra la catégorisation et la visualisation des données, et pourra montrer, par exemple, tous les emplacements de transformateurs contenant des PCB sur une carte. Pour les entreprises plus importantes et les autorités, des plans ou cartes clairement agencés peuvent être un outil de travail utile lors de la planification de l'élimination future

d'équipements, et peuvent faciliter la prise rapide de décisions en cas d'accident.

#### 3.1.5. Plan de maintenance

L'on procèdera à un entretien périodique des équipements contenant des PCB, de la manière indiquée au chapitre 4. La fréquence de l'entretien sera contrôlée au moyen d'un registre d'entretien comprenant tous les équipements de l'entreprise contenant des PCB, et dans lequel toutes les interventions d'entretien seront notées. Un exemple de « Plan de maintenance mensuel des équipements contenant des PCB » est proposé à l'annexe 12.16.

#### 3.1.6. Plan de contrôle de la prévention des déversements et contre-mesures de PCB (plan SPCC)

Un plan SPCC doit être élaboré pour la prévention des déversements dans l'environnement, et pour agir en conséquence en présence de déversements. Pour plus d'information sur les plans SPCC, se reporter au chapitre 3.2.

#### 3.1.7. Plan d'élimination et de décontamination du site

Les équipements contenant des PCB et des déchets doivent être décontaminés ou éliminés exclusivement par des entreprises agréées pour le traitement de ce type de matériels/ matériaux et de déchets, agrément accordé par l'organisme

de référence en matière de protection environnementale. À défaut, ils le seront par des prestataires étrangers agréés par le gouvernement du pays de prestation.

La décontamination ou l'élimination d'équipements contenant des PCB impliquant généralement des dépenses importantes pour une entreprise, il est recommandé d'élaborer un plan d'élimination définissant les dates de décontamination ou d'élimination et de remplacement de chaque élément d'équipement. Il est également possible d'inclure la planification financière des coûts d'élimination et d'acquisition de nouveaux équipements dans ce plan.

Les sites et sols contaminés aux PCB devraient être décontaminés pour empêcher la volatilisation et la recirculation diffuse des PCB dans l'eau, la terre et les boues d'épuration contaminées. La terre, par exemple, peut être bio restaurée par l'emploi de bactéries, qui décomposent les hydrocarbures chlorés (et autres), elle peut également être incinérée ou extraite par ventilation (passage de l'air pour éliminer les vapeurs) ou par nettoyage aux solvants. Le choix de la technique est basé sur l'évaluation analytique antérieure, l'étendue et la concentration de la contamination, la matrice et le type de zone (par ex. industrielle, agricole, etc.). On prendra également en compte le fait que les PCB

sont une mixture ne pouvant subir une dégradation biologique que jusqu'à un certain point. Les PCB fortement chlorés ont tendance à rester intactes (persistants).

### **3.2. Plan de contrôle de la prévention des déversements et contre-mesures (plan SPCC)**

Le plan SPCC doit être élaboré pour éliminer ou minimiser les risques environnementaux potentiels d'un déversement de PCB résultant, par exemple, d'opérations au niveau des sous-postes. C'est à la personne chargée de la question des PCB au sein de l'entreprise qu'incombera la bonne mise en œuvre des composantes suivantes :

#### **3.2.1. Prévention**

Toute porte menant à une salle où sont localisés ou entreposés des équipements contenant des PCB ou des déchets, doit être clairement marquée de l'extérieur par une vignette. L'utilisation ou l'entreposage de transformateurs contenant des PCB sont interdits partout où des produits alimentaires destinés à la consommation humaine ou animale pourraient être exposés à des PCB



Photo 38 : Étiquetage de la porte d'une salle de transformateurs

émis par les transformateurs. L'entreposage de matériaux inflammables près d'équipements contenant des PCB ou des déchets est interdit. Les bonnes pratiques de travail décrites au chapitre 4.12. doivent être suivies.

#### **3.2.2. Outils de prévention des déversements**

Un système de rétention doit être installé sous chaque transformateur pour empêcher la dissémination de PCB dans l'environnement en cas de fuite. La meilleure solution est un bac en acier, cependant un bassin en béton ou en brique autour du transformateur est également acceptable tant que le bassin créé est étanche et que le volume de rétention est plus important que le volume de liquide dans le transformateur.

Dans le cas de bassins en ciment, ils devront bien évidemment recouverts d'une peinture résistante à l'huile (par ex. type approprié d'époxy).

Les équipements de rechange ou hors service et autres déchets contenant des PCB doivent être stockés dans des fûts ou bacs en acier, tels qu'indiqués aux chapitres 7 et 8.



Photo 39 : Système de rétention en acier

Les sols des ateliers dédiés à des interventions comme la vidange et le démontage de transformateurs doivent être étanches et relativement faciles à décontaminer (par ex. revêtement époxy). Les seuils des portes doivent être surélevés, et toutes les ouvertures proches du sol doivent être scellées pour empêcher la dissémination de PCB dans l'environnement en cas de déversement.

#### **3.2.3. Contre-mesures**

Des plans d'intervention d'urgence, tels que décrits aux annexes 12.8. et 12.9., doivent être placés proche des équipements contenant des PCB à un endroit visible. Pour pouvoir réagir de façon immédiate en cas d'accident, il est recommandé de conserver les matériaux et outils appropriés pour des actions immédiates dans un endroit facilement accessible (gants de protection, bac récepteur, matériel de réparation, produits absorbants pour colmater des fuites, etc.). Ces espaces de rangement peuvent être enregistrés dans le registre PCB pour permettre un accès immédiat en cas d'urgence.

### **3.3. Priorités d'élimination et de décontamination du site**

Selon le risque posé par des équipements contenant des PCB ou des sites ou sols contaminés pour l'homme ou pour l'environnement, il existe différents niveaux de priorité. Ceux-ci seront stipulés dans la réglementation nationale sur les PCB :

- (1) Les PCB entreposés sous forme d'huile de rechange, de déchets ou d'appareils électriques hors service doivent être éliminés au plus tard trois ans après leur déclaration auprès de l'autorité nationale compétente dans le cadre de l'inventaire national,
- (2) Les appareils électriques contenant des PCB
  - dont la concentration en PCB dépasse 0,05% de leur masse (500 mg/kg)
  - en mauvais état technique
  - situés proches de lieux présentant un risque élevé pour la population (hôpitaux, centres médicaux, centres commerciaux, écoles et universités, industrie alimentaire, services de l'eau et d'assainissement, bâtiments à fréquentation importante), doivent être décontaminés ou éliminés en priorité,
- (3) Tout autre équipement électrique présentant une concentration en PCB comprise entre 0,005% et 0,05% de leur masse (50 et 500 mg/kg) peut rester en service jusqu'à la fin de sa vie utile, mais au plus tard jusqu'en 2025, et
- (4) La terre polluée par les PCB et / ou les sites ayant un impact direct sur l'environnement ou des risques potentiels pour la santé, tels que, entre autres, des terres agricoles contaminées aux PCB ou des sites proches de zones de production des aliments.

Une importance particulière devrait être accordée à une meilleure compréhension des sources, équipements ou sites dangereux encore inconnus.

## ENTRETIEN DES ÉQUIPEMENTS CONTENANT DES PCB

L'entretien d'un appareil devrait être effectué selon les procédures émises par le constructeur et les normes nationales correspondantes. La section suivante donne un aperçu général des éléments clés de l'entretien des transformateurs et condensateurs contenant des PCB.

### 4.1. Maintenance des équipements en service contenant des PCB

Les équipements en service contenant des PCB demandent également à être entretenus conformément aux consignes du fabricant pour assurer leur bon fonctionnement, ou pour nettoyer ou prévenir des écoulements de PCB. Il n'est pas prévu, dans le champ du présent document, de se pencher sur les mesures de maintenance de routine de ces équipements. Les gestes de maintenance clés en matière de gestion des PCB sont :

1. Le transfert des PCB liquides au cours de la maintenance
2. Le remplacement des joints d'étanchéité qui fuient et la réparation des fissures et des trous
3. Le nettoyage des fuites ou écoulements mineurs au cours de la maintenance

Les travaux réalisés sur des équipements contenant des PCB doivent l'être en conformité avec le plan de santé et de sécurité du site et la réglementation nationale applicable. Le personnel doit être formé à la maintenance des équipements et aux interventions impliquant la manipulation de matériaux dangereux.

Si l'un des composants internes de l'équipement contenant des PCB liquides doit être rechargé, faire l'objet d'une intervention de maintenance ou d'une réparation (et que ce type d'équipement est généralement ouvert pour procéder à une intervention), il peut être judicieux d'envisager sérieusement de remplacer l'équipement, ou encore de le décontaminer (c.-à-d., éliminer les PCB) et de le recharger avec un liquide autre qu'un liquide contenant des PCB. Les conventions de Bâle et de Stockholm recommandent de mettre ces équipements hors service (selon des calendriers précis) plutôt que de les maintenir en service. Le remplacement des liquides utilisés dans les transformateurs électriques vise notamment les silicones, les hydrocarbures aliphatiques, les poly-alpha-oléfines, les benzènes chlorés et les esters (Environment Canada, 1988).

Si toutefois l'intervention de maintenance ne peut être évitée, elle sera réalisée en veillant à minimiser les déversements dans l'environnement et la quantité de

matières contaminées produite au cours de l'intervention. Pratiques recommandées à cet effet :

- Planifier l'intervention conformément aux instructions du fabricant, aux règlements et codes applicables et suivant les conseils des professionnels de maintenance.
- Mettre l'équipement hors tension et le débrancher. Le dé-pressuriser si besoin est. Attendre que l'équipement et le liquide contenant des PCB refroidissent jusqu'à atteindre la température ambiante. Il est conseillé d'éviter autant que possible de procéder à des interventions de maintenance sur l'équipement à une température ambiante dépassant 25°C en raison de la volatilité accrue des PCB en présence de températures plus élevées (des températures plus élevées ont pour effet d'induire une plus grande quantité de vapeurs de PCB).
- Inspecter l'équipement avant de lancer l'intervention au cas où il présenterait des fuites, des trous, de la rouille, un niveau de liquide bas, une pression élevée ou basse (supérieure ou inférieure aux spécifications), une température élevée (supérieure aux spécifications), un dysfonctionnement et des émissions gazeuses.
- Inspecter les soupapes, les verrous, les couvercles, etc. pour vérifier qu'ils ne soient pas bloqués, rompus ou qu'ils ne présentent pas de dysfonctionnement.
- Réétudier et re-planifier l'intervention en présence de fuites, de trous, de dysfonctionnements, etc.
- S'assurer que les réceptacles pour les déversements soient en bon état, et aptes à contenir les déversements éventuels de liquides contenant des PCB. Il peut s'avérer judicieux de placer une bâche en plastique ou des tapis absorbants sous l'équipement avant de l'ouvrir si la surface de la zone d'intervention n'est pas revêtue d'un enduit lisse (peinture, uréthane, époxy, etc.).
- Il peut s'avérer nécessaire d'augmenter la ventilation pour maintenir le taux atmosphérique en PCB sous les niveaux recommandés et pour assurer un taux d'oxygénation suffisant aux intervenants.
- Purger le liquide aux PCB soit par le robinet de purge, soit en le pompant à l'aide d'une pompe péristaltique et des tubes en teflon ou en silicone. Entreposer provisoirement le liquide contenant des PCB dans un ou plusieurs récipients en acier (fûts) équipés de couvercles ou de bondes ajustées. Laisser environ 8 à 10 cm en haut du récipient pour permettre la dilatation thermique et éviter tout débordement au moment de la réouverture. Les pompes, les tuyaux et les fûts utilisés seront spécifiquement dédiés au transfert de liquides contenant des PCB (en d'autres termes, ils ne seront utilisés à aucune autre fin).
- Inspecter l'intérieur de l'équipement

pour vérifier qu'il ne présente ni endommagement, ni rouille, ni fissures. Achever l'intervention de maintenance et les réparations éventuelles.

- Remplacer les joints d'étanchéité usés ou rompus.
- Une fois l'intervention de maintenance achevée, remplacer le robinet de purge (le cas échéant), remplacer le liquide contenant des PCB par pompage, et ajouter du liquide au besoin, et refermer l'équipement.
- Nettoyer les éclaboussures ou déversements éventuels à l'aide de chiffons ou d'essuie-tout industriel. Il est généralement nécessaire de rincer trois fois les surfaces contaminées avec un solvant comme du kérosène pour éliminer les résidus de PCB.
- Tous les outils utilisés pour l'intervention devront être des outils spécifiquement dédiés à la gestion des PCB.
- Tous les matériaux absorbants, les équipements de protection individuels jetables, les protections en plastique et les composants enlevés seront traités selon la procédure applicable aux déchets contenant des PCB.

#### 4.2. Bonnes pratiques de travail

Lors de petits travaux de réparation ou d'entretien d'équipements contenant des PCB, les mesures de sécurité suivantes doivent être prises pour la protection des employés et de l'environnement :

- Le contact direct de la peau avec des matériaux contaminés aux PCB doit être évité par le port de gants et de lunettes

de protection. Selon le type de travail à effectuer, des vêtements de protection et un masque de protection respiratoire doivent également être mis à la disposition des employés (voir également le chapitre 5.1., Équipements de protection individuelle),

- L'espace de travail doit être adéquatement ventilé,
- Les déversements doivent être empêchés dans tous les cas à l'aide de bacs récepteurs ou de bâches en plastique adéquates,
- Tout contact de PCB avec une flamme ou toute autre source de chaleur dépassant 300 °C et l'usage de broyeurs doivent être évités à tout prix (risque de dioxines de furanes hautement toxiques),
- Tous les outils et autre matériel de travail utilisés entrés en contact avec des PCB doivent être éliminés en tant que déchets contaminés aux PCB de manière écologiquement rationnelle, ou sinon être décontaminés au moyen d'un solvant approprié (acétone industrielle). Les seuls matériaux pouvant être décontaminés sont l'acier, le verre et la céramique. Tous les autres matériaux, par ex. tapis, EPI, etc. doivent être éliminés en tant que déchets dangereux ; les outils et certains équipements (par ex. pompes et tuyaux) peuvent être réutilisés, mais uniquement pour des opérations impliquant des équipements contenant des PCB et doivent donc être visiblement marqués / étiquetés comme contaminés aux PCB.
- Les interventions de vidange, rembobinage d'enroulements, etc. ne peuvent être

réalisées que par des entreprises agréées dans ce sens par les autorités compétentes du pays.

- Le rôle des universités, ONG et acteurs connexes dans la promotion de la dissémination des meilleures pratiques de gestion des PCB sera renforcé.



Photo 40 : Transformateur en zone de maintenance

#### 4.3. Inspection de transformateurs contenant des PCB

##### 4.3.1. Contrôles visuels

Le test le plus simple et le moins coûteux à effectuer sur un transformateur en service ou entreposé est le contrôle visuel. Les transformateurs contenant des PCB seront soumis à un contrôle visuel trimestriel réalisé par le propriétaire de l'équipement, qui est également responsable de la tenue des registres d'inspection/ de contrôle.

Une fiche de consignes à l'intention des intervenants est incluse à l'annexe 12.11 . Il est recommandé d'imprimer et de distribuer cette fiche de consignes aux propriétaires d'équipements contenant des PCB, pour qu'ils puissent la placer sur un mur proche des équipements concernés ou dans les ateliers.



Photo 41 : Pièce de transformateur active dans un atelier albanais

Les points suivants seront examinés :

- Taches d'huile à proximité de l'équipement
- Taches ou marques d'épanchements sur l'équipement (cordons de soudure, joints, valves, etc.)
- Dommages physiques importants
- Étanchéité du bac récepteur

Tableau 8 : Inspections de routine des transformateurs

Inspection	Que chercher (et mesures correctives)
État des indicateurs	➤ Écrans fendus ou indicateurs endommagés (installer une plaque Plexiglas sur les indicateurs pour les protéger).
Relevés des indicateurs	➤ Changement des relevés depuis la dernière inspection. ➤ Relevés dans la fourchette acceptable ou sûre (sinon, envisager l'ajout de liquide de remplissage).
Corrosion du réservoir et des ailettes du radiateur	➤ État des ailettes. Elles sont fabriquées en acier fin pour obtenir un refroidissement maximal et rouilleront plus rapidement que le reste du transformateur, en particulier dans un environnement caustique (nettoyer jusqu'au métal et peindre si rouillé).
État de la peinture du réservoir et des ailettes du radiateur	➤ Peinture vieillissante (repeindre aussi souvent que nécessaire).
Fuites de PCB provenant : ➤ du réservoir ➤ des ailettes du radiateur ➤ du couvercle supérieur (si étanche) ➤ couvercle de regard ➤ des becs de vidange supérieur ou inférieur ➤ des traversées haute et basse tension	➤ Nappes humides et résidus visqueux. ➤ Joints ou éléments d'étanchéité vieillissants. (Important : en cas de fuite, nettoyer rapidement le liquide répandu et signaler la fuite à l'autorité territoriale compétente. Tous les matériaux utilisés pour le nettoyage doivent être entreposés de façon sûre en tant que déchets contaminés aux PCB.)
Limiteur de pression	➤ Valve mal scellée du fait de joints déplacés.
Traversées haute et basse tension	➤ Fissures ou écaillage. (Remplacer les traversées fissurées ou écaillées.)
Couleur des PCB	➤ Changements de couleur. ➤ Prélever un petit échantillon. Si la couleur va du transparent au bleu, vert, rouge ou noir, les PCB sont contaminés (envisager un test en laboratoire pour contrôler la qualité).

#### 4.3.2. Fuites de transformateurs

Lorsqu'une fuite ou des déversements ont été détectés sur des transformateurs ou à proximité, il est impératif d'en trouver la cause pour pouvoir prendre les mesures correctives appropriées. Les fuites les plus courantes surviennent au niveau des joints et des éléments d'étanchéité. Plusieurs interventions de réparation efficace peuvent être envisagées, et qui évitent que la section principale du transformateur ne soit affectée de quelque façon que ce soit. Cependant,

seuls des électriciens expérimentés conscients des risques posés par les PCB pourront réaliser ce type d'intervention.

Une situation plus grave survient lorsque la fuite ou l'épanchement est dû/due à un endommagement de la structure métallique du transformateur. Ces fuites peuvent être provoquées par des dommages mécaniques ou accidentels à l'enveloppe du transformateur. Dans ce cas, il est recommandé de colmater temporairement la fuite avec une pâte

d'étanchéité et de placer un bac récepteur sous la fuite pour des raisons de sécurité. Ceci n'étant qu'une solution temporaire, une réparation en bonne et due forme devra être effectuée dans les meilleurs délais.

Une fuite peut aussi avoir été provoquée par la dégradation lente du liquide de refroidissement, ce qui augmente son effet corrosif. Si la corrosion est déjà avancée et provoque des fuites, le transformateur doit être immédiatement scellé avec de la pâte d'étanchéité, mis hors service dès que possible, et remplacé.

#### 4.3.3. Niveau d'huile des transformateurs

La plupart des transformateurs sont équipés d'un dispositif direct ou indirect permettant de contrôler le niveau du liquide de refroidissement. Avant de remettre à niveau un niveau de liquide de refroidissement insuffisant, il est vital de contrôler la quantité de PCB dans le transformateur ainsi que du liquide de refroidissement pour éviter toute contamination potentielle.

#### 4.3.4. Indicateur de température

L'indicateur de température indique la température du liquide diélectrique dans le transformateur. Des températures excessives indiquent une surchauffe du transformateur, probablement due à une perte de liquide diélectrique. Des mesures seront immédiatement prises pour détecter la cause de la surchauffe, la dégradation des matériaux isolants dans le transformateur pouvant rapidement augmenter la température au-delà des conditions normales de fonctionnement.

#### 4.3.5. Vacuomètre

Le vacuomètre mesure les changements de pression dans l'espace entre le liquide diélectrique et le couvercle du réservoir. Une pression anormalement élevée indique que des courts-circuits ou des arcs électriques ont pu se former. Dans ce cas, un contrôle de performance doit être effectué aussi rapidement que possible. Une pression anormalement basse indique un niveau réduit de liquide diélectrique. Des mesures devront être prises immédiatement pour identifier la cause de la perte de liquide diélectrique.

#### 4.3.6. Corrosion sur le réservoir et les ailettes du radiateur

La condition du réservoir et des ailettes du radiateur doit être contrôlée régulièrement, étant sujets à la corrosion. Si de la corrosion apparaît, la zone affectée doit être nettoyée jusqu'au métal et repeinte.

#### 4.3.7. Tests de performances

Les transformateurs doivent être régulièrement contrôlés pour détecter tout changement pouvant être le signe avant-coureur de la dégradation des performances du transformateur, et ainsi de la survenue de risques potentiels. Les caractéristiques suivantes (entre autres) doivent être contrôlées :

- Fonctionnement de tous les dispositifs de protection
- Performance électrique du transformateur
- Qualité de l'huile (tests physiques et chimiques)

#### 4.4. Évaluation des condensateurs contenant des PCB

Les contrôles visuels sont faciles à réaliser et peuvent être effectués fréquemment si les conditions de la sous-station l'exigent.

Les contrôles visuels permettent de détecter les dommages aux condensateurs suivants :

- Fuites au niveau de l'enveloppe
- Gonflement ou déformation de l'enveloppe
- Oxydation de l'enveloppe
- Bagues sales

Dans les deux premiers cas, les condensateurs doivent être immédiatement mis hors service et éliminés de façon écologiquement rationnelle.



Les condensateurs doivent être contrôlés par un examen technique, exigeant un personnel qualifié. La fréquence des examens sera déterminée en fonction de l'état des équipements (au moins une fois par an).

**Le gonflement du boîtier est une indication claire d'un court-circuit imminent dans le condensateur !**

#### 4.5. Liquides de substitution

Les huiles contenant des PCB dans les transformateurs ont souvent été remplacées par des huiles minérales courantes comme la « Shell Diala B ». Cependant, d'autres liquides de substitution ont également été utilisés. Le tableau ci-dessous liste les liquides de substitution pour les nouveaux transformateurs, ainsi que leurs avantages et inconvénients.

Tableau 9 : Liquides de substitution

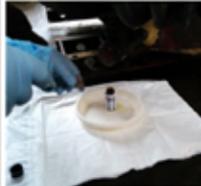
Liquide de substitution	Avantages	Inconvénients
Silicones	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ point d'écoulement bas</li> <li>➤ point d'inflammabilité élevé</li> <li>➤ taux d'émission thermique bas lors de la combustion</li> <li>➤ viscosité assez basse pour toutes ses températures opératoires</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ incompatible avec certains matériaux de jointure, comme les caoutchoucs silicone et certains matériaux isolants.</li> <li>➤ la densité spécifique du liquide est telle que l'eau descendra au fond du transformateur alors que les cristaux de glace flotteront. Les cristaux de glace fondants pourraient migrer à travers le liquide et réduire son potentiel diélectrique</li> <li>➤ coût plutôt élevé</li> <li>➤ Les PCB ne sont solubles dans la silicone qu'à 8 %</li> </ul>
Hydrocarbures aliphatiques (par ex. RTEmp, produit par raffinage extensif du pétrole brut et ajout d'antioxydants, de stabilisateurs et d'autres additifs)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ taux de dégradation en service bas</li> <li>➤ compatibilité avec tous les matériaux de fabrication normalement utilisés dans les équipements électriques</li> <li>➤ liquide compatible avec tous les autres liquides diélectriques</li> <li>➤ densité en deçà de celle de l'eau et de la glace</li> <li>➤ liquide peu dangereux pour l'environnement (mêmes effets que d'autres huiles minérales), biodégradable et facilement éliminé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ viscosité important à basse température</li> <li>➤ taux d'émission thermique important lors de la combustion</li> <li>➤ additifs ajoutés (appartenant au fournisseur) nécessaires pour faire baisser le point d'écoulement et améliorer la stabilité thermique et oxydative</li> <li>➤ la tendance à la production de gaz lors de stress électrique est égale ou supérieure à celle des huiles de transformateur courantes (naphthéniques), et supérieure à celle de tous les autres liquides de substitution aux PCB</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ prix le plus bas de tous les substituts des PCB, matières premières abondantes</li> </ul>	
Poly- $\alpha$ -oléfines (hydrocarbures synthétiques)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ compatibilité avec tous les matériaux de fabrication utilisés dans les transformateurs et autres liquides hydrocarbonés</li> <li>➤ point d'écoulement plus bas et viscosité à basse température légèrement meilleure qu'avec les hydrocarbures aliphatiques naturels</li> <li>➤ densité en deçà de l'eau et de la glace</li> <li>➤ pas de production de gaz lors de stress électrique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ taux d'émission thermique plutôt élevé lors de la combustion</li> <li>➤ coût plutôt élevé</li> </ul>
Benzènes chlorés (Les tri-tétrachlorobenzènes sont des composantes des PCB mais peuvent également être utilisées seules)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ propriétés physiques proches de celles des PCB</li> <li>➤ les transformateurs conçus pour les PCB sont généralement adaptés aux TTCB</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ne convient pas pour une utilisation à des températures ambiantes très basses en raison d'un point d'écoulement très élevé</li> <li>➤ un certain niveau de toxicité et difficilement biodégradable</li> </ul>
Esters (mélange de pentaérythritol et d'acides gras)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ rigidité diélectrique élevée</li> <li>➤ faible inflammabilité</li> <li>➤ point d'écoulement bas</li> <li>➤ pas de substances toxiques produites lors de conditions favorables à la formation d'arcs électriques</li> <li>➤ compatible avec la plupart des matériaux utilisés dans les transformateurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ pas d'inconvénients majeurs excepté un coût supérieur à celui du liquide RTEmp</li> </ul>

## SÉCURITÉ

### 5.1. Sécurité et Équipements de protection individuelle

Les personnes manipulant des PCB ou les personnes pouvant potentiellement être exposées aux PCB doivent utiliser un équipement de protection adéquat. Le niveau de protection et le choix de l'équipement de protection dépendent fortement des tâches à accomplir.

Tableau 10 : Description des équipements de protection individuelle (EPI)

Tâche	Équipements de protection individuelle
Échantillonnage de liquide ou de terre 	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gants (vinyle or nitrile, pas de latex)</li> <li>➤ Masque de protection respiratoire léger (filtre A2P2 : pour les vapeurs et particules organiques, port volontaire)</li> </ul>
Échantillonnage d'un condensateur	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gants (vinyle or nitrile, pas de latex)</li> <li>➤ Lunettes de sécurité, seulement lors de l'ouverture ou du forage</li> <li>➤ Masque de protection respiratoire léger (filtre A2P2 : pour vapeurs et particules organiques)</li> </ul>
Échantillonnage de mur en béton ou en brique (par ex. par forage)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gants en cuir</li> <li>➤ Lunettes de sécurité lors du forage</li> <li>➤ Masque de protection respiratoire léger (filtre A2P2 ; pour vapeurs et particules organiques)</li> <li>➤ Protection auditive (pendant le forage)</li> </ul>
Démontage de condensateurs (pas de présence de fuites) 	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Combinaison de travail</li> <li>➤ Casque (selon les normes de sécurité de l'entreprise)</li> <li>➤ Bottes (en caoutchouc), embout en acier</li> <li>➤ Gants en cuir</li> <li>➤ Masque de protection respiratoire léger uniquement en cas de fuites (filtre A2P2 : pour vapeurs et particules organiques)</li> </ul>
Démontage de condensateurs (présence de fuites) 	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Combinaison protectrice (tyvek)</li> <li>➤ Bottes (en caoutchouc), embout en acier</li> <li>➤ Gants en néoprène</li> <li>➤ Masque de protection respiratoire léger (filtre A2P2 ; pour vapeurs et particules organiques)</li> </ul>
Nettoyage (choix d'EPI selon le type de contamination et l'étendue des travaux)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Combinaison protectrice (tyvek)</li> <li>➤ Bottes en caoutchouc à embout en acier</li> <li>➤ Gants de protection (résistants)</li> <li>➤ Masque de protection respiratoire (léger ou intégral, filtre A2P2 : pour les vapeurs et particules organiques)</li> <li>➤ Casque (si nécessaire)</li> <li>➤ Protection auditive (si nécessaire)</li> </ul>

Les parties les plus importantes de l'équipement de protection individuelle (EPI) pour le traitement de matériaux contenant des PCB sont indiquées ci-dessous :



Photo 43 : Combinaison de protection jetable et résistante à l'huile



Photo 45 : Masque de protection respiratoire, léger, FFP2 ou 3



Photo 44 : Gants de protection en néoprène



Photo 17 : Masque de protection respiratoire, moyen, A2/P3



Photo 18 : Gants de protection, nitrile, EN 388, résistants à l'huile



Photo 198 : Lunettes de sécurité

Tableau 11 : Classification des filtres

Lettre	Définition
A	Composés organiques à point d'ébullition élevé (> 65 °C)
P	Particules : classé en tant que P1, P2 et P3 selon l'efficacité de l'élimination
6.	ABEK, ABEK-P3, ABEK-HgP3 Filtres combinés contre plusieurs risques

Tableau 12 : Filtres à particules

Classe	Limite de pénétration du filtre
FFP2	Filtre au moins 94 % des particules en suspension
FFP3	Filtre au moins 99 % des particules en suspension

Le choix des masques et filtres appropriés et des EPI de façon générale sera fondé sur une évaluation des risques, d'autres substances dangereuses pouvant être présentes selon le site, la zone, et le tâches à accomplir.

*Les gants jetables pour l'échantillonnage des liquides doivent être en nitrile ou en vinyle. Les gants en latex ou en butyle ne seront pas être utilisés, les PCB pouvant les traverser !*

## 5.2 Protection de l'environnement

Lors de la manipulation de PCB, toutes les mesures de sécurité nécessaires doivent être prises pour empêcher la contamination de l'environnement.

*Lors de l'échantillonnage d'équipements ou de matériaux pouvant contenir des PCB, le prélèvement doit être effectué de manière propre et ordonnée, empêchant toute perte ou propagation de matériaux d'échantillonnage. Se servir de tapis absorbants si nécessaire.*

*Tous les matériaux de travail doivent être nettoyés à l'acétone ou éliminés en tant que déchets dangereux, y compris les EPI. Seuls le métal et le verre peuvent être entièrement nettoyés, les matériaux synthétiques, les plastiques, le bois, etc. ne peuvent être nettoyés et seront éliminés en tant que déchets dangereux.*

Si un équipement fuit ou est en mauvais état technique lors de l'inventaire, il doit être veillé à ce que la fuite soit stoppée ou la propagation de la contamination empêchée.

*Dans des zones de déversements : la zone contaminée sera marquée et clôturée si possible. Les vêtements et chaussures seront changés au moment d'entrer ou de quitter la zone contaminée, dans un endroit désigné (compartiment). Si possible, la fuite sera localisée et scellée par ex. avec une pâte d'étanchéité. De plus, l'appareil fuyant sera placé dans un bac en acier ou un bac récepteur s'il est hors service ; sinon, des tampons absorbants seront placés autour et un remplacement sera effectué dès que possible.*

En cas de fuite due à un endommagement de l'équipement, tout déversement incontrôlé doit être empêché au moyen d'un bac récepteur adéquatement placé, à titre de première mesure. Les petites fuites devraient être colmatées, et un EPI adéquat sera porté pour effectuer ce travail. Il est donc recommandé de toujours conserver les matériaux adéquats (bac récepteur, gants en caoutchouc, matériau d'étanchéité) proche de ces équipements.

Les sols ou le béton visiblement contaminés devraient être éliminés dès que possible pour empêcher davantage de contamination. Les surfaces des objets (véhicules, trottoirs, bâtiments, etc.) devraient être nettoyées au moyen de matériaux oléophiles et de solvants. Après le nettoyage, les surfaces doivent être testées par analyse pour contrôler l'efficacité du

nettoyage. Les matériaux de nettoyage utilisés seront placés dans des fûts à des fins d'élimination.

## MESURES D'URGENCE ET NETTOYAGE

Des situations d'urgence impliquant des PCB peuvent survenir sur des équipements en service, entreposés, en cours de transport ou dans une installation d'élimination. Ces urgences peuvent prendre la forme de :

- fuite ou déversement de fluide contenant des PCB
- panne d'une pièce de l'équipements en service
- ouverture accidentelle d'un récipient contenant des PCB
- incendies

Toutes les entreprises exploitant des installations d'entreposage ou transportant des PCB doivent élaborer et mettre en œuvre des plans d'intervention d'urgence et d'incendies. Ces plans seront élaborés en collaboration avec les services de lutte contre l'incendie locaux.

Tout le personnel travaillant avec des PCB devra se familiariser avec le contenu du plan d'urgence. Il est recommandé de former les employés aux dispositions du plan, de préférence à l'aide d'exercices pratiques. De même, les employés devraient être formés à l'utilisation des équipements de protection individuelle, des kits de contrôle des déversements et des extincteurs, et être également informés des risques posés par les PCB.

En cas d'incidents, d'accidents ou d'écoulements, l'entreprise devra

notifier toutes les autorités compétentes conformément à la réglementation nationale et aux normes des permis environnementaux.

### **6.1. Mesures d'urgence en cas de pollution froide**

Le déversement de PCB d'un appareil dans l'environnement est appelé « pollution froide ».

La pollution froide peut être provoquée par des dommages mécaniques accidentels aux ailettes du radiateur d'un transformateur ou par les surfaces corrodées d'un transformateur. Les déversements peuvent également se produire au cours d'interventions de vidange ou de manipulation/ de manutention d'huile entreposée.

Les mesures suivantes doivent être prises :

#### **Mesures en cas de « pollution froide »**

- Si une quantité importante de PCB a fui de l'équipement, et que les PCB risquent de polluer l'environnement, la brigade d'intervention chimique devra être appelée immédiatement. S'il n'est pas certain que l'huile contient ou non des PCB, l'huile devra être traitée comme si elle contenait des PCB jusqu'à preuve du contraire.
  - Avertir le médecin responsable et équiper l'équipe d'intervention chimique d'équipements de protection individuelle adéquats (voir chapitre 5.1.)
  - Couper l'alimentation électrique de l'appareil concerné et vérifier la prise de terre.
  - Confiner l'étalement de l'huile en colmatant la fuite au moyen de matériaux absorbants (sable, sciure ou ciment), ou en la pompant dans des récipients adéquats. Si possible, un bac récepteur sera placé sous la fuite.
  - Prévenir la contamination aux PCB des cours d'eau. Les écoulements de drainage, les conduits et les tuyaux menant à des cours d'eau doivent être scellés. De plus, l'on s'assurera que l'eau ne puisse gagner la zone contaminée (par ex. systèmes d'arrosage). La pollution de cours d'eau ou de flaques n'est pas nécessairement visible.
- Les PCB sont plus lourds que l'eau et ne laissent donc pas de film d'huile sur l'eau.
- Clôturer et marquer la zone contaminée. Une tente avec différents compartiments sera installée pour contrôler l'accès des personnes et le mouvement des matériaux vers et hors de la zone contaminée et empêcher les zones propres d'être contaminées. Les équipements de protection individuelle seront enfilés/ enlevés dans la tente au moment d'accéder à/ de quitter la zone contaminée.
  - Dans la zone contaminée, une attention particulière doit être accordée aux semelles des chaussures. Elles doivent être propres, sinon elles risquent de contaminer le sol aux PCB.
  - Le sol ou le béton contaminés doivent être éliminés dès que possible pour empêcher toute contamination croisée supplémentaire.
  - Si l'incident a eu lieu dans un bâtiment : évacuer les personnes de toutes les salles/ tous les bâtiments concernés, fermer la ventilation, les portes et les fenêtres.
  - Avertir les autorités compétentes. Tous les détails de l'incident doivent être signalés pour que la population puisse être avertie si nécessaire (par ex. contamination de l'eau potable)

Un plan d'intervention d'urgence en cas de pollution froide est proposé – sous forme de liste de contrôle à distribuer séparément – à l'annexe 12.8. Cette liste sera à considérer comme liste de référence, et adaptée aux circonstances/ aux conditions actuelles, y compris actualisation des adresses et contacts des autorités compétentes.

### **6.2. Mesures d'urgences en cas de pollution chaude**

Les incidents impliquant des équipements contenant des PCB peuvent également être provoqués par des courts-circuits ou un incendie à proximité des équipements. En cas « pollution chaude », la température à l'intérieur de l'appareil dépasse le point d'ébullition des PCB (environ 300 °C).

*Si cela arrive localement, même pendant une courte durée (par ex. un court-circuit), des vapeurs de PCB peuvent se dégager, et contenir des furanes hautement nocifs (PCDF). Si les PCB entrent en contact avec de l'oxygène (feu), non seulement des furanes, mais également des dioxines (PCDD) peuvent se former.*

#### **6.2.1. Pollution provoquée par une panne interne**

Un court-circuit (arc) électrique constitue le risque le plus élevé. Dans un condensateur, cela mène à des températures de plusieurs milliers de degrés Celsius en quelques fractions de seconde.

Les pannes de ce genre arrivent principalement dans des condensateurs. La chaleur provoque une pression excessive dans l'équipement, menant à l'explosion du condensateur, d'où s'échappe une masse noire et visqueuse : il s'agit de noir de carbone contenant des PCB. En raison des températures élevées, les PCB passent à l'état gazeux, contaminés aux furanes. Ces vapeurs peuvent déposer un film d'huile visqueux sur les fixations, les sols et les murs, même à une certaine distance du lieu où est survenue l'explosion.

Outre les mesures mentionnées au chapitre précédent, les points suivants doivent être pris en considération :

- L'équipement de protection individuelle doit absolument inclure une protection respiratoire.
- Verrouiller immédiatement le bâtiment et arrêter la circulation de l'air en fermant/ bouchant les grilles de ventilation, si possible.
- Évacuer les personnes de toutes les salles présentant un risque.



Photo 49 : Pollution chaude



Photo 50 : Condensateur ayant explosé

La Photo 50 ci-dessus montre l'ancien emplacement d'un condensateur qui a explosé à l'intérieur d'une batterie de condensateurs. L'huile a giclé et contaminé le mur derrière les condensateurs.

### 6.2.2 Incendies

Le départ de feux au niveau de transformateurs ou de condensateurs est très rare : il s'agit généralement d'un feu qui s'était déclaré à proximité et à gagné des équipements/ des installations contenant des PCB.

Durant un incendie, il y a un risque de décomposition de PCB provoquée par la chaleur et l'effet de l'oxygène. Des gaz chlorés se forment, et le processus de décomposition peut aussi produire des furanes (PCDF) et des dioxines (PCDD) hautement toxiques.



Photo 51 : Incendie proche d'une sous-station



Photo 52 : Restes de transformateurs dans un dépôt de ferraille

Ci-dessous l'ordre dans lequel les mesures doivent être prises en cas d'incendie :

- Appeler immédiatement la brigade des sapeurs-pompiers en décrivant méticuleusement la situation pour que l'équipement adéquat soit sélectionné pour l'intervention. S'il n'est pas certain que les appareils contiennent ou non des PCB, ils seront traités comme s'ils en contenaient jusqu'à preuve du contraire. Appeler les sapeurs-pompiers immédiatement peut fortement réduire les effets d'un accident.
- Avertir le médecin responsable et équiper l'équipe d'intervention chimique d'équipements de protection individuelle adéquats. Les équipements de protection visé au chapitre 5.1 n'est pas suffisant pour les zones dans lesquelles des dioxines et des furanes ont été relâchés (et sont rarement conservés à portée de main dans tous les établissements). Par conséquent, l'équipe d'intervention chimique ne devrait approcher la zone dangereuse qu'en cas d'absolue nécessité.
- Couper l'alimentation électrique.
- Sceller les salles ou le bâtiment entier de façon hermétique. Fermer les systèmes de ventilation.
- Évacuer les personnes de tous les bâtiments concernés, et sur une distance plus grande dans le sens du vent.
- Avertir les autorités compétentes : tous les détails de l'incident doivent être signalés pour que la population puisse être avertie ou évacuée, si nécessaire.
- Clôturer la zone contaminée et contrôler strictement l'accès. Seules les personnes portant un équipement de protection individuelle adéquat sont permises d'entrer dans la zone. Lors du clôturage, le sens du vent doit être pris en considération.

Un plan d'intervention d'urgence en cas de pollution chaude est proposé – sous forme de liste de contrôle à distribuer séparément – à l'annexe 12.9.

Les instructions pour les sapeurs-pompiers devraient comprendre :

- Recours au CO2 pour éteindre le feu
- Si de l'eau est utilisée, elle ne doit l'être que pour refroidir l'environnement
- Si de l'eau est utilisée, elle ne doit pas s'écouler dans les égouts ni dans les cours d'eau (pomper !)
- S'assurer de ne laisser aucun endroit de la peau à découvert pour éviter toute exposition à de la fumée contenant des PCB
- Les vêtements et les vêtements de protection entrés en contact avec des PCB

ou avec des produits de décomposition (suie) doivent être considérés comme toxiques et éliminés de façon adéquate

- Tous les sapeurs-pompiers devront se doucher soigneusement pour enlever toute suie qui aurait pu entrer en contact avec la peau découverte
- Un sapeur-pompier qui souffrirait d'éruptions cutanées après une intervention de lutte contre l'incendie devra subir un examen médical

### 6.3. Premiers soins en cas de contact avec des PCB

Le tableau suivant récapitule les mesures immédiates à prendre après une exposition aux PCB. De plus, un médecin devra être consulté dans tous les cas.

Tableau 13 : Premiers soins

First Aid Measurements		
Kind of Exposure	First Action	Second Action
Liquid PCB on the skin	Use water and soap to wash thoroughly	See doctor if rash develops
Liquid PCB in the eyes	Rinse eyes with lukewarm jets of water for 15 minutes, always keeping eyes wide open*	See doctor
Liquid PCB in the mouth and in the stomach	Rinse mouth with water, do not drink anything else	Write down details about swallowed liquid, take victim to hospital emergency or doctor immediately
Highly concentrated vapors of PCB	Take affected people outside in the open air	If discomfort does not clear up, take victim to doctor

## 6.4. Nettoyage après une pollution

### 6.4.1. Évaluation d'une pollution

En cas de pollution, l'opérateur/ le propriétaire de l'équipement doit essayer d'obtenir les informations suivantes immédiatement pour permettre une première évaluation de la situation :

- Les appareils concernés contiennent-ils vraiment des PCB ?
- La concentration en PCB est-elle connue (par ex. grâce à des analyses antérieures) ?
- Quelle est l'étendue présumée de la contamination aux PCB ou aux PCDF / PCDD ?
- Y a-t-il des nuages de fumée, des dépôts de suie visibles ?
- Conditions météorologiques : direction, force du vent, pluie, neige ?
- Le réseau d'égouts ou la nappe phréatique sont-ils affectés ?
- Routes d'accès pour de potentielles actions pompières (contamination croisée) ?
- Où et quand exactement est survenue cette pollution (ordre des événements) ?
- Si la pollution est survenue dans une salle fermée, l'on indiquera si la ventilation était en marche, a contrario quand elle a été éteinte. De plus, le nom de toutes les personnes entrées en contact avec des PCB ou de la fumée sera signalé (à des fins de soins médicaux, si nécessaire).

L'évaluation de la pollution, à effectuer par des experts, dépend fortement de la qualité

des informations recueillies/ des réponses apportées aux questions ci-dessus. Sur la base des informations recueillies, les experts prélèveront des échantillons qui seront analysés pour déterminer l'étendue de la contamination. Les interventions de nettoyage ne devraient être lancées qu'une fois les résultats d'analyses disponibles, sauf concernant les mesures immédiates, par ex. le contrôle des déversements d'huile (pour empêcher que les sols, le béton et l'air ne soient davantage contaminés). Toute pollution devra immédiatement être signalée à l'autorité environnementale compétente en matière d'environnement et de secours d'urgence.

### 6.4.2. Méthodes de décontamination

La technique de décontamination dépend de l'étendue de la contamination, des polluant(s), de la concentration, et des matériaux contaminés eux-mêmes (ciment, terre, céramique, plastique, etc.).

Le choix des solvants ou des produits de nettoyage adéquats se fera au cas-par-cas. Il est recommandé d'utiliser de l'acétone industrielle pour nettoyer la suie, la poussière et les éléments similaires. Dans l'idéal, les déversements seront nettoyés au moyen d'un produit de nettoyage biodégradable.

La terre ou le ciment visiblement contaminés seront enlevés pour éviter davantage de contamination. Les surfaces

Tableau 14 : Méthodes de décontamination

First Aid Measurements	
	<p><b>l:</b> low concentration, dry, non-sticky soot, no visible oil film</p> <p><b>h:</b> high concentration, visible oil film, spills, puddles, sticky soot</p>
Material	Technique
Soil	<p>Remove until material is below the limit of 50 mg/kg</p> <p>Remove until material is below the limit of 50 mg/kg</p>
Uncoated concrete floors	<p>Use industrial vacuum cleaners with appropriate filters and wet wipe the floor</p> <p>Repeated solvent scrub process followed by an absorbing clean up, until material is below the limit of 50 mg/kg</p>
Walls, brick walls	<p>Use water to clean, or remove plaster</p> <p>See concrete floors</p>
Ceilings	<p>Use industrial vacuum cleaners with appropriate filters to clean and wet wipe the ceilings</p> <p>See concrete floors</p>
Untreated metal, window panes	<p>Use solvents to clean carefully</p> <p>See above</p>
Coated metal surfaces	<p>Use solvents to clean</p> <p>Completely remove coating</p>
Plastic parts (insulating material, etc.)	<p>Use solvents to clean</p> <p>Remove, replace</p>
Fittings	<p>Dismantle completely and use solvents to clean</p> <p>Clean or remove, depending on concentration and quantity</p>

des objets (véhicules, trottoirs, bâtiments, etc.) seront nettoyées au moyen de matériaux oléophiles puis d'un solvant, ou encore au moyen d'un détergent biodégradable. Après le nettoyage, les surfaces devront être testées par analyse pour contrôler l'efficacité du nettoyage. Le processus de décontamination sera répété jusqu'à ce que la contamination restante soit plus basse que le seuil applicable (50 mg/kg). Si cette procédure ne réussit pas, l'équipement/ l'installation sera éliminé(e).

Les déversements dans l'eau peuvent poser un problème de nettoyage, et demandent une attention particulière. Puisque les PCB purs sont plus denses que l'eau, ils se déposeront au fond et il sera nécessaire de procéder au dragage des sédiments contaminés.

#### 6.4.3. Protection des intervenants et de l'environnement

Dans certains cas graves, la zone contaminée devrait être mise en sécurité au moyen d'une tente de protection. Cette tente doit être étanche à l'air et à la poussière, protéger des intempéries et permettre de contrôler l'accès à la zone par un système de compartiments. On ne doit pouvoir accéder à la zone contaminée que par ce système, et le personnel devra porter un équipement de protection individuelle (EPI) lorsqu'il y accède. L'objectif de cette mise en sécurité est d'empêcher une contamination

croisée dans l'environnement. Un système d'évacuation contrôlé installé dans la tente collecte et filtre (avec un filtre à charbon actif) la poussière et les particules contaminées produites par les interventions de nettoyage.

#### 6.4.4. Élimination

L'élimination adéquate des déchets est une composante très importante des interventions de nettoyage après une pollution impliquant des PCB. Malheureusement, cet aspect est souvent négligé en phase de planification.

Outre le sol et/ou les matériaux de construction contaminés enlevés, les déchets associés comme les sacs d'aspirateurs, les solvants, les équipements de protection individuelle, les produits de nettoyage, les matériaux d'étanchéité, etc., doivent être éliminés de manière écologiquement rationnelle. Pour plus de détails sur l'élimination, voir chapitre 11.

#### 6.5. Contrôle du nettoyage (surveillance)

Le contrôle de l'intervention de nettoyage par un expert indépendant et/ou par des représentants de l'autorité compétente, est un élément clé du succès de l'intervention, et devrait être vu comme une aide utile. L'échantillonnage représentatif au cours et à la fin de l'intervention devront montrer que la contamination restante ne dépasse pas les valeurs tolérables et convenues.

### 6.5.1. Contamination restante tolérable après nettoyage

Les valeurs indicatives de contamination restante tolérable seront convenues en coopération avec les autorités environnementales compétentes au cas-par-cas. De plus, le contrôle de la contamination après le nettoyage sera réglementé. Il peut être judicieux de déterminer les seuils au cas-par-cas, selon le projet.

Les valeurs suivantes peuvent être considérées comme une ligne directrice fondée sur les valeurs seuil adoptées dans différents pays européens. Bien sûr, les valeurs seuil adoptées dans un pays dépendent de ses lois et règlements nationaux.

Tableau 15 : Valeurs indicatives générales proposées

Description	Substance	Valeur indicative	Unité
<b>Surfaces</b> (par exemple surfaces métalliques nettoyées/décontaminées)	PCB	100	µg/m <sup>2</sup>
<b>Solides</b> (par exemple béton, matériaux de construction, etc.)	PCB	50	mg/kg
<b>Air intérieur</b> Salles avec un usage de huit heures par jour (valeur d'intervention)	PCB	> 6.000	ng/m <sup>3</sup>
<b>Air intérieur</b> Salles à usage permanent (valeur d'intervention)	PCB	> 2.000	ng/m <sup>3</sup>
<b>Air intérieur</b> Valeur à atteindre après un nettoyage de PCB	PCB	300	ng/m <sup>3</sup>

## MISE HORS SERVICE

### 7.1. Mise hors service des transformateurs

Dans la pratique, la mise hors service des transformateurs commence par la procédure de débranchement, qui doit être réalisée conformément aux règles de sécurité locales applicables au travail sur équipements électriques ainsi qu'aux consignes du fabricant (si disponibles). Avant de procéder, on veillera à ce que le transformateur soit mis hors tension – côté haute tension comme côté basse tension –, que la ligne entrante et la ligne sortante soient court-circuitées, mises à la terre de manière sûre et visible au poste de travail, et que le panneau de commande du disjoncteur et les interrupteurs du courant basse tension portent la mention, clairement visible, « ne pas actionner ». On veillera en outre à ce que l'accès au transformateur ne comporte plus aucun risque.

L'espace de travail doit être clôturé pour empêcher tout accès non autorisé. Un extincteur sera placé à proximité, prêt à être utilisé en cas d'incendie.

Avant tout, inspecter soigneusement le transformateur pour vérifier qu'il ne présente ni endommagement, ni fuite ; ensuite, pour éviter toute contamination croisée supplémentaire, il est essentiel, en cas de fuite, de colmater les points de fuite, à l'aide de SEDIMIT, p. ex. Veiller par ailleurs à nettoyer toute trace de pollution sur les parties métalliques, avec de l'acétone

p. ex., pour pouvoir ensuite manipuler le transformateur en toute sécurité.

Par ailleurs, il est conseillé, pour éviter le déversement accidentel du liquide de refroidissement contenant des PCB au cours du démontage et du transport, de purger au préalable le transformateur sur place, selon une procédure de travail bien préparée, en mettant en œuvre tous les matériels nécessaires tels que pompes à PCB, fûts, équipements de protection individuelle et outils. Cette procédure a également l'avantage de réduire considérablement le poids du transformateur, qui est amené à être transporté.

Avant de purger l'huile, certaines précautions doivent être prises en prévision de déversements accidentels : ainsi, le sol sera recouvert d'une, voire de deux, couches de bâche plastique très épaisses, et des bacs récepteurs seront placés sous les parties cruciales, telles que pompe à huile, raccords, etc. Il est également conseillé d'avoir à portée de main des matériaux absorbants tels que sable, ciment ou sciure.

Au regard de la viscosité du liquide de refroidissement aux PCB (pur), le robinet de purge peut s'avérer difficile à ouvrir. Ceci devra être envisagé à l'avance, pour trouver la meilleure solution. Au cas où il serait impossible d'ouvrir le robinet de purge, la purge du transformateur s'effectuera par le bouchon de remplissage d'huile, ou en enlevant un isolateur.



Photo 53 : Purge d'un transformateur contenant des PCB

Une fois la purge bien avancée, faire basculer légèrement le transformateur de sorte à pouvoir pomper autant de liquide de refroidissement que possible. On gardera à l'esprit que plusieurs kilos d'huile resteront dans le transformateur une fois la purge terminée. Ils s'échapperont des enroulements avec le temps. Le robinet de purge sera fermé une fois la purge terminée, et, si possible, le transformateur rempli d'un matériau absorbant ou de sciure pour éponger l'huile restante contenant des PCB.

Une fois l'appareil sorti de son emplacement, inspecter l'espace libéré à l'œil nu et décontaminer le sol, les couvertures de tranchées, les murs et les câbles si besoin est, avant d'installer un nouveau transformateur.

S'il a été prévu de purger un transformateur hors site, et que ce transformateur ne présente ni endommagement, ni fuite, et



Photo 54 : Mise hors service d'un transformateur intact contenant des PCB

une surface propre, son enlèvement pourra être accompli en bleu de travail normal.

Il est permis d'utiliser un même fût pour des huiles contaminées aux PCB provenant de différents transformateurs si leur teneur en PCB est connue et qu'elle est sensiblement la même d'une huile à l'autre. En l'absence de ces informations, toute huile sera à considérer comme contaminée aux PCB, et le fût dans lequel elle sera déposée portera la mention « contaminé aux PCB ».

Toutes les personnes affectées à la manipulation d'équipement contenant des PCB devront être rigoureusement formées aux procédures applicables, tout particulièrement en ce qui concerne les mesures de sécurité, l'utilisation des équipements de sécurité et le respect de la réglementation nationale.

Autant que possible, les liquides contenant

des PCB seront transférés par pompage pour minimiser les éclaboussures et les déversements. Il est conseillé d'utiliser des pompes centrifuges dont toutes les surfaces susceptibles d'être éclaboussées sont en acier inoxydable. Le joint d'étanchéité externe de la roue prendra la forme d'une bague en carbone pour éviter que la surface extérieure ne soit abîmée par les PCB. Les valves devront être revêtues de laiton ou d'acier inoxydable. Les tuyaux seront en métal souple ou revêtus de polymères de tétrafluoroéthylène ou de silicone, et des bacs récepteurs seront placés sous toutes les pompes, valves et raccords de tuyaux.

## 7.2. Mise hors service des condensateurs

### **7.2.1. Préparation**

La mise hors service des condensateurs commence par la procédure de débranchement, qui doit être réalisée conformément aux règles de sécurité locales applicables au travail sur équipements électriques ainsi qu'aux consignes du fabricant.

Avant de travailler sur un condensateur ou une batterie de condensateurs, les opérations suivantes seront effectuées :

- Veiller à ce que le disjoncteur ou l'interrupteur et les isolateurs de ligne éventuels du condensateur concerné soient ouverts, et portent la mention « ne pas actionner ».
- Une fois le condensateur éteint, attendre au moins 10 minutes avant de court-circuiter les lignes entrantes.
- Pour les batteries de condensateurs haute

tension, brancher un piquet de terre par rack au circuit de terre au moyen de tresses.

- La plupart des condensateurs sont équipés de résistances de décharge. Toutefois, les bornes de l'enveloppe du condensateur doivent être raccourcies avant de procéder à tous travaux, en raison d'un endommagement possible des circuits de décharge.

L'espace de travail doit être clôturé au moyen de bandes de plastique rouges et blanches pour empêcher tout accès non autorisé. Un extincteur sera placé à proximité, prêt à être utilisé en cas de départ de feu.

Avant de procéder au démontage, on veillera à inspecter les condensateurs pour vérifier qu'ils ne présentent ni endommagement, ni fuite ; les fuites éventuelles devront être colmatées.

Les surfaces contaminées devront ensuite être nettoyées, avec un chiffon imbibé d'acétone, p. ex. Les plaques de liquide diélectrique contenant des PCB devront être aspirées à l'aide de pompes ou épongées au moyen de matériaux absorbants. Tous les déchets produits devront être collectés et éliminés selon la procédure applicable aux déchets dangereux.

S'il est probable que des déversements se produisent dans une zone dans laquelle d'autres opérateurs sont susceptibles d'aller et venir au cours du démontage, cette zone devra être recouverte d'un matériau oléophile pour empêcher la propagation de la contamination par les semelles des chaussures de sécurité de ces opérateurs.



Photo 55 : Démontage d'une batterie de condensateurs



Photo 56 : Condensateur inventorié et étiqueté

Avant de déposer des déchets dans un fût homologué ONU, ce fût sera inspecté (endommagement, fuite, homologation).

### 7.2.2. Démontage

Pendant le démontage des condensateurs, les bagues d'isolation doivent être considérées comme les pièces « les plus faibles » des

condensateurs. Notamment en ce qui concerne les condensateurs lourds, il n'est pas permis de les déplacer en les tenant par les bagues d'isolation : en effet, leur desserrement ou leur rupture pourrait entraîner une fuite du liquide contenant les PCB. Les condensateurs doivent être conditionnés de manière sûre dans des fûts en acier homologués ONU sur site.



Photo 57 : Exemple de conditionnement et d'entreposage non appropriés



Photo 58 : Conditionnement de bouchons fuyants dans des fûts homologués ONU

Si les condensateurs doivent être entreposés provisoirement, on veillera à les placer verticalement (bagues d'isolation vers le haut). Il est conseillé de les placer sur des plateaux en acier ou, à défaut, sur des matériaux oléophiles pour prévenir les déversements.

### 7.2.3. Mise hors service d'autres équipements

Les autres appareils électriques, comme les disjoncteurs, contiennent pour la plupart une très petite quantité d'huile. Après avoir été mis hors service, un équipement de ce type contenant de l'huile doit être inspecté, au moyen d'un kit de diagnostic approprié, p. ex., pour déterminer si le liquide de refroidissement est contaminé ou non aux PCB. Si le kit de diagnostic fait état d'une contamination > 50 mg/kg, l'équipement sera considéré comme étant contaminé aux PCB et éliminé suivant la procédure applicable aux déchets dangereux.

## CONDITIONNEMENT

En l'absence de réglementation nationale – ou si cette réglementation nationale s'avérait insuffisante – quant au conditionnement, à l'entreposage ou au transport des PCB, la réglementation internationale s'appliquera.

Le transport et le conditionnement des marchandises dangereuses relèvent de divers règlements internationaux. Chaque mode de transport relève d'une réglementation distincte (par la route, par chemin de fer, par voie maritime) : cf. plus loin chapitre 10.1. Les consignes concernant le conditionnement sont très semblables d'une réglementation à l'autre. Les spécifications du règlement ADR (Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route) relatives aux différents types de conditionnement des matières contenant des PCB sont reprises ci-dessous.

### 8.1. Conditionnement conforme à l'ADR

En raison de leur facilité de manipulation, les fûts en acier à couvercle amovible sont généralement utilisés pour les matières solides, et les fûts en acier à couvercle scellé pour les matières liquides.

Table 16: Packaging types

Type de conditionnement	Affectation	Code de conditionnement
Fût en acier à couvercle scellé	Liquides	1A1*
Fût en acier à couvercle amovible	Solides	1A2*

\* Explication des codes pour les types de conditionnement :

- Les codes 1A1 et 1A2 correspondent à un type de conditionnement particulier :
- Le premier chiffre indique le groupe d'emballage (1 = fût)
- La lettre indique le type de matériau (A = acier)
- Le deuxième chiffre indique le type d'ouverture (1 = fût à couvercle scellé, 2 = fût à couvercle amovible)



Photo 59 : Fût à couvercle amovible



Photo 60 : Marquage homologation ONU

La contenance maximale autorisée par le règlement ADR est de 450 litres. Toutefois, les fûts d'une contenance de 220 litres sont plus faciles et plus sûrs à manipuler et, de ce fait, sont les fûts le plus généralement utilisés. En outre, 220 litres est la contenance autorisée pour le transport maritime (contenance maximale prévue par le code IMDG pour le transport des PCB liquides : 250 litres).

Le conditionnement doit être conforme aux consignes de construction et de test

prévues par le règlement ADR. La résistance et l'étanchéité doivent être testées. Les fûts en acier homologués ONU portent un marquage attestant qu'ils ont été soumis aux tests obligatoires et que ces tests ont été validés.

Pour le transport de condensateurs contenant des PCB, le code peut se présenter sous la forme suivante :

UN 1A2 Y 400 03 CH2025, à savoir :

Tableau 17 : Code pour les fûts homologués ONU

UN	Symbole des Nations Unies (ONU)
1A2	Code du type de conditionnement
Y	Lettre correspondant au groupe d'emballage
400	Pour les solides : poids brut maximum en kg (exemple)
03	Les deux derniers chiffres de l'année de fabrication (exemple)
CH2025	Code du fabricant (exemple)

S'agissant des PCB liquides, les fûts ne doivent jamais être remplis à ras bord. Environ 50 mm ou 10 % seront laissés vides pour tenir compte d'une dilatation possible des PCB en présence de températures élevées. Le remplissage des fûts se fera au moyen d'une pompe : il n'est absolument

pas envisageable de verser le contenu d'un fût dans un autre. Les prix et les techniques d'élimination variant en fonction du type de déchets, on veillera à toujours bien traiter séparément les déchets liquides et les déchets solides.

L'Accord européen sur le transport international des marchandises dangereuses par route (ADR) a été signé à Genève le 30 septembre 1957 sous l'égide de la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe, et il est entré en vigueur le 29 janvier 1968. Il a été modifié par le protocole portant modification de l'article 14 (3) signé à New York le 21 août 1975, qui est quant à lui entré en vigueur le 19 avril 1985.

Il s'agit d'un accord court et simple. L'article clé en est l'article 2, qui prévoit que, exception faite de certaines marchandises particulièrement dangereuses, le transport international des autres marchandises dangereuses par la route est autorisé, si sont remplies :

- les conditions qu'impose l'annexe A pour les marchandises en cause, notamment pour leur conditionnement et leur étiquetage ; et
- les conditions qu'impose l'annexe B, notamment pour la construction, l'équipement et la circulation du véhicule transportant les marchandises en cause.

Les annexes A et B ont été périodiquement modifiées et actualisées depuis l'entrée en vigueur du règlement ADR. Les dernières modifications sont entrées en vigueur le 1er janvier 2007, et, par conséquent, une version révisée consolidée a été publiée sous le titre ECE/TRANS/185, Vol. I et II (« ADR 2007 »).

Annexe A : Dispositions générales et dispositions relatives aux matières et objets dangereux

Part 1 : Dispositions générales

Part 2 : Classification

Part 3 : Liste des marchandises dangereuses, dispositions spéciales et exemptions relatives aux quantités limitées et aux quantités exceptées

Part 4 : Dispositions relatives à l'utilisation des emballages et des citernes

Part 5 : Procédures d'expédition

Part 6 : Prescriptions relatives à la construction des emballages, des grands récipients pour vrac (GRV), des grands emballages, des citernes et des conteneurs pour vrac, et aux épreuves qu'ils doivent subir

Part 7 : Dispositions concernant les conditions de transport, le chargement, le déchargement et la manutention

Annexe B : Dispositions relatives au matériel de transport et au transport

Part 8 : Prescriptions relatives aux équipages, à l'équipement et à l'exploitation des véhicules et à la documentation

Part 9 : Prescriptions relatives à la construction et l'agrément des véhicules

**8.2. Récipients possibles pour le transport des PCB : en résumé**

Outre les fûts en acier couramment utilisés, d'autres types de conditionnement peuvent également être utilisés, à condition qu'ils soient homologués ONU et conformes aux

consignes du règlement ADR quant au transport des marchandises dangereuses.

Les fûts ou récipients homologués ONU seront obligatoirement achetés à un fabricant agréé (demander le certificat d'agrément ONU).

Tableau 18 : Aperçu de synthèse du conditionnement

Packaging		
Waste Type	Containers	Dimensions
PCB liquids	UN approved steel drums for liquids 1A1 Large packaging IBC, 31A., 31B, 31N Tank Containers	60 to 220 liters 500 to 1250 liters Various sizes
PCB capacitors	UN approved steel drums for solids 1A2	Usually 220 liters
PCB transformers (only when drained!)	Steel trays 20' Box Containers with tip tray	Height over 800 mm Various
PCB solids, (metals, soil, debris)	UN approved steel drums for solids 1A2	Usually 220 liters
Damaged packaging (e.g. 220 liters steel drums)	Recovery drums Various types	Recovery drums Various types 307 liter und 427 liter



Photo 61 : Fûts en acier homologués ONU



Photo 62 : Différents types d'emballages alternatifs en PE

Il existe de nombreux types d'emballages différents homologués ONU. Le choix d'un emballage dépendra du type et de la quantité de déchets, du mode de manutention / de transport, mais également du mode d'élimination / de traitement. Pour les sols contaminés, il est conseillé d'utiliser des grands emballages pour vrac homologués ONU.

Comme indiqué précédemment, les fûts en acier homologués ONU portent un marquage attestant qu'ils ont été soumis aux tests obligatoires et que ces tests ont été validés. S'il est impossible de marquer le récipient, ce dernier devra porter une plaque d'homologation ONU indiquant qu'il est conforme à la réglementation ONU.

Des grands récipients pour vrac (GRV) spéciaux peuvent être utilisés pour l'entreposage ou le transport des solides contenant ou contaminés par des PCB à condition qu'ils soient conformes aux normes ONU, et qu'ils portent une plaque d'homologation ONU.

Cependant, pour des raisons de sécurité et de manutention, les déchets contenant des PCB devront, dans la mesure du possible, être conditionnés en fûts en acier homologués ONU : ainsi, les condensateurs seront conditionnés en fûts homologués ONU (1A2), dans lesquels ils seront obligatoirement placés verticalement. Il est crucial d'éviter tout mouvement des déchets à l'intérieur des fûts, en les calant, p. ex., au moyen de produits absorbants, de sciure, de chiffons, etc.



Photo 63 : Exemple de plaque d'homologation ONU



Photo 64 : GRV solide, homologué s ONU



Photo 65 : GRV liquide, homologué s ONU



Photo 66 : citerne 20 pieds pour vrac liquide



Photo 67 : Mise hors service et nettoyage d'un condensateur contenant des PCB

Le démontage et le conditionnement des condensateurs contenant des PCB qui fuient devront être effectués avec un soin particulier, l'objectif principal étant d'éviter toute contamination croisée. C'est pourquoi, dès que le condensateur aura été mis hors service, il devra être placé dans un bac récepteur. La surface devra en être nettoyée et, si besoin est, un anti-fuite utilisé. Le conditionnement des condensateurs sera effectué dans une zone appropriée, recouverte d'un tapis industriel ayant des propriétés d'absorption chimique, p. ex., d'une bâche oléophile ou autre matériau adéquat, afin d'éviter toute contamination croisée ou incidents au cours de la procédure de conditionnement.

Le couvercle du fût vide sera retiré, et le fût soigneusement inspecté pour détecter des endommagements éventuels, ce qui arrive également dans le cas de fûts neufs



Photo 68 : Condensateurs contenant des PCB dans un fût en acier

(manutention négligente, etc.). Dans l'idéal, une garniture en PE basse densité sera placée à l'intérieur du fût, suivie d'une couche mince d'absorbant oléophile (matériau absorbant). Les condensateurs contenant des PCB seront ensuite placés avec soin dans le fût, le nombre maximum étant le nombre que peut contenir le fût. Dans l'idéal, un matériau – comme une mousse dure de polystyrène – sera inséré entre les condensateurs pour les caler et empêcher tout mouvement au cours du transport. Cette opération dépend bien évidemment de la taille des appareils électriques, et s'applique principalement aux condensateurs à basse et moyenne tensions. Si la hauteur des condensateurs est supérieure à celle des fûts, il pourra s'avérer nécessaire de détacher les bagues d'isolation avec précaution. Cette opération n'interviendra qu'une fois les condensateurs placés dans les fûts. Les condensateurs déjà

placés dans les fûts (en position verticale) dont les isolateurs fuient ne posent aucun risque. À titre de mesure de sécurité supplémentaire, on versera dans chaque fût une fine couche de sciure destinée à absorber le liquide en cas de fuite.

La réglementation actuelle tolère le transport, en cargaison, de transformateurs et condensateurs non conditionnés dès lors que ce transport s'effectue dans des unités équipées d'un plateau en acier étanche, d'une contenance minimale égale à 125 % du liquide contenant des PCB restant dans le transformateur, et d'une hauteur d'au moins 800 mm, au fond desquels sera déposé suffisamment de matériau absorbant inerte pour absorber au moins 1,1 fois le volume de tout liquide échappé.

On veillera à prendre des mesures adéquates pour sceller les transformateurs et les condensateurs afin de prévenir tout déversement dans des conditions normales de transport.

Au regard de leur taille, les transformateurs ne peuvent normalement pas être conditionnés en caisses, ni même en fûts. C'est pourquoi ils doivent être préparés et chargés sur des camions de sorte à rendre impossible toute contamination des matériaux qui les entourent. Les précautions nécessaires devront être prises pour prévenir les déversements et arrimer les appareils.



Photo 69 : Préparation du transport d'un transformateur contenant des PCB



Photo 70 : Matériau absorbant inerte placé au fond de l'unité



Photo 71 : Chargement de transformateurs



Photo 72 : Positionnement des transformateurs

Pour des raisons de sécurité, il est conseillé dans la mesure du possible d'utiliser des fûts homologués ONU ou d'autres récipients homologués ONU.

Les fûts endommagés ou qui fuient, ainsi que les fûts non conformes à la réglementation, devront être placés et transportés dans des fûts de récupération. Les mesures appropriées seront prises pour empêcher que les fûts défectueux / non conformes ne bougent dans les fûts de récupération.



Photo 73 : Exemple de caisses en métal alternatives



Photo 74 : Autres caisses en métal alternatives



Photo 75 : Fût de récupération



Photo 76: Fût de récupération II



Photo 77 : Fût de récupération en plastique

Si le fût de récupération transporte un récipient contenant des PCB liquides, une quantité suffisante de matériau absorbant devra être ajoutée dans le fût pour absorber immédiatement tout débordement ou déversement éventuel de liquide provenant du fût transporté.

### 8.2.1. Étiquetage des emballages

L'étiquette spécifie les risques posés par les marchandises emballées, et elle est destinée à attirer l'attention des opérateurs sur la manière de manipuler les marchandises et sur les précautions à prendre au cours de l'entreposage ou du transport.

Le « livre orange » recense les matières ou objets dangereux, en leur assignant un numéro d'identification également souvent appelé « numéro ONU ».

### 8.2.2. Étiquetage pour l'entreposage ou le transport

Si les déchets sont transportés par voie routière (règlement ADR), chaque emballage

doit être clairement et durablement marqué du numéro ONU correspondant à son contenu, les lettres « UN » précédant les chiffres. Une étiquette de classe 9 – Matières et objets dangereux divers – doit être apposée sur chaque emballage (cf. Photo et Photo). Dans le cas de fûts de récupération, la désignation « SUREMBALLAGE » doit être ajoutée.

Remarque : le pictogramme de classe 9 est inclus dans la réglementation type ONU, mais n'a pas encore été incorporé dans le SGH en raison de la nature des risques de cette classe : en effet, dans le SGH, la nature des risques est définie de telle sorte que plusieurs matières et objets de la classe 9 relèvent d'autres classes plus spécifiques. Néanmoins, les étiquettes de transport restent les mêmes que dans la réglementation sur le transport des marchandises dangereuses. Le SGH ne s'intéresse qu'à l'emballage des matières et, concernant les déchets, on relève plusieurs exceptions : en d'autres termes, des définitions moins rigoureuses concernant la composition exacte des matières. C'est ainsi que la classe 9 est utilisée pour le transport des PCB.

Tableau 19 : Numéros ONU attribués aux PCB

<b>UN 2315</b>	Polychlorinated biphenyls, liquid
<b>UN 3151</b>	Polyhalogenated biphenyls, liquid or Polyhalogenated terphenyls liquid
<b>UN 3152</b>	Polyhalogenated biphenyls, solid or Polyhalogenated terphenyls solid
<b>UN 3432</b>	Polychlorinated biphenyls, solid

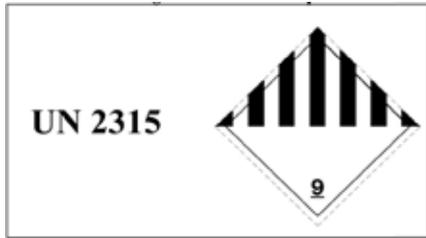


Photo 78 : Étiquetage conforme au règlement ADR pour les PCB liquides

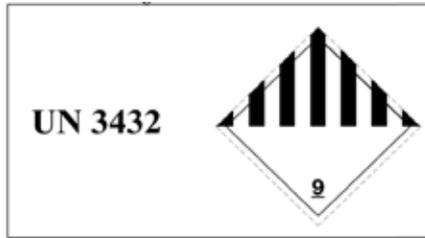


Photo 79 : Étiquetage conforme au règlement ADR pour les PCB solide

Le n° ONU pour les condensateurs contenant des PCB est UN 2315.

L'identification des conteneurs maritimes est différente. Le code IMDG (Code international maritime des marchandises dangereuses) s'applique à ces cargaisons.

Outre le n° ONU, le nom exact de la marchandise transportée (ici, PCB) doit être indiqué, et certaines précisions quant à son état (LIQUIDE ou SOLIDE) doivent être apportées. L'étiquette de la classe 9 et l'étiquette « polluant marin » doivent être apposées sur les conteneurs. Depuis 2009, l'étiquette « polluant marin » représente un arbre mort et un poisson mort.

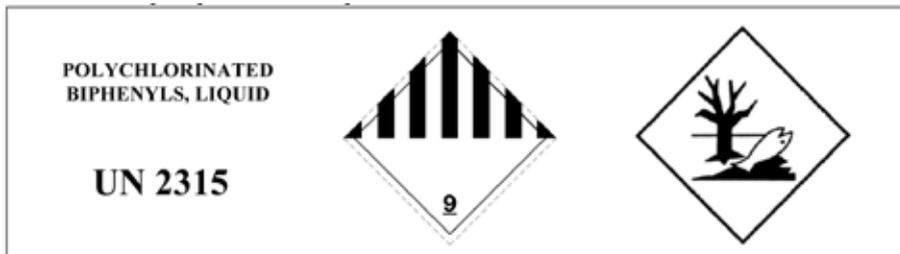


Photo 80 : Étiquetage des PCB liquides conforme au code IMDG



Photo 81 : Étiquetage des PCB solides conforme au code IMDG

Les étiquettes de fûts / de conteneurs étanches [résistantes aux intempéries] devront contenir au moins les informations suivantes :

- N° ONU
- Classe ONU
- « DÉCHETS DANGEREUX »
- Code d'identification des déchets
- Désignation des déchets
- Numéro du document de suivi

Il est par ailleurs conseillé d'ajouter les informations suivantes :

- Provenance des déchets
- Poids du fût
- Numéro de suivi du fût

Exemples d'étiquettes à utiliser pour la déclaration de déchets contenant des PCB :



### 8.3. Manutention des déchets conditionnés

Il est essentiel de peser les fûts une fois remplis. Dans la mesure du possible, une balance mobile sera utilisée sur place, ce qui contribuera à établir un calendrier fiable pour le transport des déchets. Les informations suivantes seront ajoutées à la main sur le couvercle du fût :

- Contenu
- Nom du lieu de provenance des marchandises conditionnées



Photo 82 : Diabie de manutention pour le déplacement des fûts en toute sécurité



Photo 83 : Apposition des étiquettes sur les fûts

- Date
- Poids et signature

Les fûts à couvercle amovible devront être sécurisés au moyen d'« attelles ». Les fûts remplis seront de préférence déplacés à l'aide d'un diable de manutention à béquille (sécurité), d'un car à fourche ou d'une grue. En cas de mise en œuvre d'une grue, des pattes de fixation spéciales seront utilisées pour garantir une opération de manutention sûre. Seuls les fûts inspectés / vérifiés et propres seront emportés dans la zone d'entreposage provisoire à des fins d'élimination.

Le conditionnement dépend du type de déchets, de la quantité de déchets, du mode de transport et de la méthode de traitement ou d'élimination. Se reporter au chapitre 8.2.

## ENTREPOSAGE PROVISOIRE

### 9.1. Entreposage provisoire sur site

De manière générale, les déchets contenant des PCB ne devraient jamais être entreposés sur des sites qui n'ont pas été spécifiquement conçus pour l'entreposage provisoire de déchets dangereux, ceux-ci ne disposant généralement pas de l'infrastructure appropriée pour garantir un entreposage sûr. Tout entreposage provisoire non contrôlé et qui n'est pas non plus le fait d'experts – voir les deux photos ci-dessous – met en danger la santé humaine et l'environnement, et, à terme, entraîne des frais supplémentaires inutiles.



Photo 84 : Mauvais exemple I (entreposage à ciel ouvert)



Photo 85: Mauvais exemple II (absence de bac récepteurs)

Les appareils contenant des PCB doivent être conditionnés selon une procédure sûre et conforme aux dispositions juridiques et réglementaires applicables (cf. chapitre 8.1.) dès qu'ils ont été mis hors service, et ce même si leur élimination n'est prévue que plus tard. Indépendamment de la qualité de l'entreposage provisoire, l'élimination finale des déchets, qui se doit d'être écologiquement rationnelle, doit être programmée et coordonnée de sorte à ce que **la durée de l'entreposage ne dépasse pas douze mois**. De manière générale, les équipements électriques ne devraient être mis hors service et entreposés qu'une fois la méthode d'élimination choisie.

Il est important, lors de la planification de l'entreposage provisoire des déchets contenant des PCB, de choisir une zone d'entreposage appropriée. Toute zone située à proximité de rivières, de la nappe phréatique, de zones résidentielles, d'exploitations agricoles, de réserves naturelles ou d'usines de transformation agro-alimentaires, par exemple, SERA SYSTÉMATIQUEMENT EXCLUE. La zone d'entreposage provisoire devrait, dans la mesure du possible, être spécifiquement conçue pour accueillir des équipements et des déchets contenant des PCB.

Tableau 20 : Prescriptions minimales relatives à l'entreposage provisoire sur site

#### Conditionnement

- Les condensateurs doivent toujours être placés verticalement, en gardant à l'esprit que les isolateurs sont les pièces les plus faibles. Ne jamais soulever un condensateur en le tenant par les isolateurs, qui peuvent rompre facilement.
- Les condensateurs doivent être entreposés sur des bacs récepteurs en acier, et les appareils qui fuient devront être colmatés. Il est conseillé de mettre un matériau absorbant dans les bacs en acier.
- Il est possible de mettre les condensateurs et les solides contaminés dans des récipients qui ne sont pas homologués ONU. Toutefois, ces récipients devront être inspectés avant d'être utilisés, pour vérifier qu'ils ne présentent ni endommagements, ni fuites, et ils ne peuvent pas être utilisés pour le transport. Après utilisation, ces récipients doivent être considérés comme étant contaminés, et être également éliminés selon la procédure applicable aux déchets dangereux !

Table 20: Minimum requirements for temporary storage on site

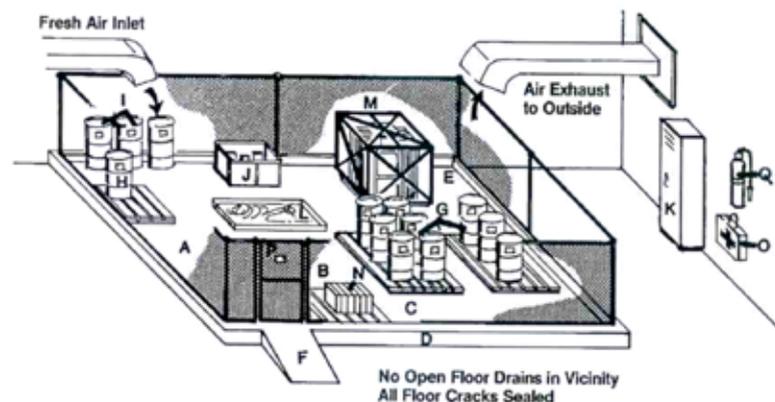
### Bâtiment

- Le sol du bâtiment d'entreposage provisoire doit être solide et étanche. Le bâtiment sera clos et couvert, et protégé des intempéries de tous les côtés.
- Tous les accès à la zone et au bâtiment d'entreposage doivent présenter une pancarte / un marquage d'avertissement, et l'accès de personnes non autorisées sera strictement interdit.
- La zone devra être clôturée et contrôlée.
- Afficher les procédures d'urgence et les bonnes pratiques de travail (cf. Annexes 12.8., 12.9.).
- Le bâtiment doit présenter des ouvertures permanentes pour en assurer la ventilation (système de ventilation à filtres).
- Tout risque d'incendie doit être exclu (pas de rayonnages en bois, par d'entreposage de produits inflammables dans le même bâtiment ni aux abords). Un système d'alarme incendie avec détecteurs de fumée devra être installé.
- Des extincteurs (à poudre) et des matériaux absorbants (sciure, p.ex.) devront être prévus, et facilement accessibles.
- Le bâtiment sera divisé en plusieurs zones (réception, manutention, différentes zones d'entreposage pour différentes catégories de déchets, équipements, etc.)
- Pas d'entrepôts agro-alimentaires ni d'usines de transformation agro-alimentaires à proximité.

L'ensemble des marchandises / déchets doivent présenter un marquage clair, indiquant la nature des déchets, la date du conditionnement, le poids, la provenance et autres informations importantes. La liste, à jour, des marchandises entreposées doit être disponible à tout moment.

L'entreposage provisoire NE PEUT EN AUCUN CAS être considéré comme une solution à long terme.

Photo 86 : 1er exemple d'une plateforme d'entreposage sûre  
[Source : inconnue]



### Légende

- |   |  |
|---|--|
| A - clôture de sécurité   | entreposés sur des palettes (plus grande mobilité)                 |
| B - porte cadénassée  |  |
| C - sol en ciment (pas de rigoles d'écoulement) - toutes les fissures et les jointures des dalles scellées avec un matériau composite - sol enduit d'époxy pour empêcher les PCB de pénétrer dans le ciment | H - fût de récupération  |
| D - bordure en ciment courant le long du périmètre de la zone d'entreposage : face interne enduite à l'époxy  | I - fût de rechange  |
| E - joint d'étanchéité (mastic) aux coins de la bordure pour empêcher que les déversements ne passent sous la bordure   | J - produits de nettoyage entreposés dans un bac                   |
| F - passerelle par-dessus la bordure menant à la zone d'entreposage   | K - casier pour les EPI portés pour travailler avec les PCB        |
| G - fûts de déchets contenant des PCB   | L - pompes et tuyaux dédiés aux PCB reposant dans un bac récepteur |
|   | M - transformateur mis hors service dans une caisse de protection  |
|   | N - condensateurs livrés sur palettes pour le conditionnement      |
|   | O - mallette de premiers soins                                     |
|   | P - pancarte PCB sur la porte                                      |
|   | Q - extincteur à poudre ou à mousse                                |

## 9.2. Plateforme d'entreposage centrale

Une plateforme d'entreposage centrale doit offrir l'espace nécessaire pour la collecte et l'entreposage des appareils contenant des PCB et des déchets associés avant d'être définitivement éliminés. Cette plateforme peut également être utilisée comme « zone-tampon » par les autorités régionales ou nationales, ou par les usines de traitement / d'élimination des déchets pour contribuer à la continuité de leur activité.

Les équipements et déchets contenant des PCB seront entreposés en fonction de leur catégorie ou de leur priorité. Des zones appropriées seront définies pour chaque type / catégorie de déchets contenant des PCB. Dans l'idéal, les installations d'entreposage d'ores et déjà existantes – celles des propriétaires d'équipements contenant des PCB, par exemple – pourront être mises aux normes de sécurité professionnelles attendues.

### Site disponible

Le site disponible doit faire l'objet d'un contrôle et de rapports rigoureux quant à la nappe phréatique et à son niveau, aux contaminations du sol existantes ainsi qu'à la perméabilité du sous-sol. Le site le plus approprié sera identifié à l'appui des critères suivants :

- le bâtiment d'entreposage sera situé dans une zone ombragée et maintenu dans des conditions qui minimisent la volatilisation, il sera tenu à des températures basses et sera équipé d'un toit et de bardages réfléchissants, etc.

- Le terrain environnant devra présenter une pente suffisante pour permettre un écoulement hors du site
- La zone devra être clôturée et contrôlée
- Tous les accès à la plateforme d'entreposage devront présenter une pancarte / un marquage portant les avertissements appropriés
- Un système de contrôle de l'accès sera installé pour assurer l'accès des personnels autorisés uniquement

### Risques pour l'homme et l'environnement

Les PCB appartiennent au groupe de POP interdits par la Convention de Stockholm. Par conséquent, toutes les mesures de précaution pertinentes doivent être prises pour éviter les risques qu'ils présentent pour l'homme et l'environnement. L'ensemble de l'installation d'entreposage provisoire doit répondre aux prescriptions des meilleures techniques disponibles (MTD) et des meilleures pratiques environnementales.

### Risques techniques

L'intégralité de la zone utilisée par l'installation d'entreposage provisoire doit être protégée contre les déversements d'huile et de produits chimiques.

### Préparation de la zone

- Le sol doit, autant que de besoin, être enduit au moyen d'un matériau adéquat, en tenant compte des PCB mais également des solvants et produits chimiques associés dans les interventions de manutention et de traitement

des équipements électriques contenant des PCB et de l'huile. Des égouts spéciaux seront prévus au niveau de la zone enduite pour pouvoir l'assécher, ces égouts devant pouvoir retenir les huiles et autres matières organiques non solubles.

- Au regard des risques d'incendie, des mesures de protection anti-feu et des équipements de lutte contre l'incendie devront être prévus en nombre suffisant. Parallèlement aux équipements de lutte contre l'incendie, un volume collecteur approprié d'effluents aqueux devra être prévu.

### Logistique

- L'infrastructure de transport existante au départ et à l'arrivée de la zone (voies routières et ferroviaires) devra être utilisée pour les installations d'entreposage envisagées.
- Le bâtiment devra pouvoir être accessible par chariot élévateur et camion.
- L'espace devant le bâtiment devra être suffisant pour permettre aux camions et aux grues de manœuvrer. La zone de réception centrale, où les équipements et les déchets PCB sont chargés et déchargés des véhicules, devra présenter un revêtement imperméable aux PCB et un système de confinement permettant de contrôler de manière adéquate les déversements éventuels survenant au cours du chargement ou du déchargement.

### Manutention des marchandises entrantes

- Chaque cargaison de déchets entrants devra être examinée et vérifiée comme suit :

- Information sur le contenu et pesage
- Formulaire/ documents de suivi/ d'accompagnement, échantillonnage et inspection à l'œil nu des déchets
- Au besoin, réalisation de tests sur l'échantillonnage de déchets
- Étiquetage et entreposage dans une zone d'entreposage définie, en fonction de la catégorie de déchets
- Seuls les équipements accompagnés des formulaires/ documents de suivi dûment signés seront acceptés et entreposés dans la plateforme d'entreposage provisoire. Le suivi des producteurs de déchets doit être assuré en tous temps.
- Les transformateurs destinés à être démontés ou révisés et livrés par transport ferroviaire ou routier, devront être placés dans une zone couverte et protégée contre les déversements jusqu'à ce que leur taux de contamination aux PCB soit déterminé. Une fois cette détermination effectuée, ils seront entreposés à l'intérieur du bâtiment d'entreposage dans des compartiments distincts réservés aux appareils contaminés et non contaminés respectivement. Dans toute la mesure possible, les transformateurs seront entreposés sur des racks montés sur des bacs récepteurs. Mais qu'ils soient entreposés sur des racks ou pas, tous les appareils seront placés dans des bacs récepteurs.
- Des équipements de manutention, tels que grues de levage et chariots élévateurs, seront prévus pour tous les types de transformateurs.
- Chaque récipient contenant de l'huile de

transformateur présent dans l'installation d'entreposage provisoire devra faire l'objet de tests, être étiqueté et entreposé dans un compartiment en fonction de son taux de contamination.

#### Capacité

- Les installations d'entreposage provisoire doivent être d'une taille suffisante pour répondre aux besoins du territoire / de la région. Il est recommandé d'entreposer au maximum 25 transformateurs de puissances allant de 200 à 1 500 kVA, ainsi que des caisses et des fûts contenant entre 150 et 200 tonnes de déchets contenant des PCB.
- Ces restrictions sur la capacité maximale des installations contribueront à assurer que la plateforme d'entreposage provisoire reste véritablement une installation dédiée à l'entreposage provisoire, et ne devienne pas une solution d'entreposage à long terme.
- Les condensateurs et les déchets qui ne peuvent être traités seront expédiés périodiquement vers une installation d'élimination agréée sur le territoire européen.
- Les déchets contenant des PCB seront conditionnés conformément aux prescriptions du règlement ADR, du règlement RID et dans certains cas également, du règlement de l'IATA.

#### Fondations

- Le bâtiment d'entreposage doit présenter des fondations permettant d'ériger des murs et un toit en tôle et des piliers conçus pour supporter des grues de levage pour la

manutention des transformateurs livrés.

- L'ensemble des structures au-dessus du sol seront enduites de la même manière que le sol.

#### Sol

- Le sol doit être profilé de sorte à ce que les déversements éventuels survenant lors de la manutention des transformateurs ou les effluents en cas d'interventions de lutte contre l'incendie ne puissent se propager hors de l'installation dans la zone non protégée.
- Tous les sols à l'intérieur du bâtiment d'entreposage doivent être de type industriel (en acier ou en ciment, p. ex.) et scellés à l'aide d'un matériau étanche résistant aux PCB, tel qu'un enduit époxy composite.
- Il est recommandé d'inspecter l'enduit étanche périodiquement pour en vérifier l'intégrité.
- Le bâtiment devra être érigé sur de l'asphalte ou du ciment.
- Le sol à l'intérieur du bâtiment sera en ciment, enduit d'un polymère époxy durable pour empêcher que les PCB ne pénètrent dans le ciment.
- Le sol doit être solide et étanche, toutes les fissures et les jointures des dalles doivent être scellées.
- Le nombre de bouches de drainage au niveau du sol doit être réduit au minimum et raccordés à un puisard intérieur.

#### Bordures

- La zone d'entreposage des transformateurs au sein de l'entreposage provisoire doit être encerclée de bordures d'une hauteur de

6 pouces (115 cm) assurant un volume de confinement égal à au moins deux fois la contenance du plus gros appareil contenant des PCB.

- Bordure en ciment courant le long du périmètre de la zone d'entreposage : la face interne sera enduite à l'époxy. Joint d'étanchéité (mastic) aux coins de la bordure pour empêcher que les déversements ne passent sous la bordure.
- Le bâtiment d'entreposage ne doit présenter aucun accès / aucune ouverture, aucune jointure ou rigole d'écoulement qui permettraient à des liquides de s'écouler hors de la zone délimitée par la bordure.
- Une passerelle passant par-dessus la bordure permettra aux chariots élévateurs d'accéder à la zone d'entreposage et de manutention.

#### Murs, portes et fenêtres

- Les murs du bâtiment d'entreposage pourront consister en une construction en tôle. Les portes et les fenêtres doivent répondre aux besoins de l'utilisateur, de la logistique et du processus de traitement.
- Les portes doivent s'ouvrir vers l'extérieur. La largeur minimale des portes sera de 80 cm.
- Les fenêtres doivent être planifiées et construites de sorte à ce qu'elles soient positionnées les unes face aux autres.

#### Toiture

- Afin d'empêcher que les températures à l'intérieur du bâtiment d'entreposage ne s'élèvent (pression de vapeur des PCB !), le toit

devra être réfléchissant.

- Le toit du bâtiment sera en pente, permettant le ruissellement hors du site.

#### Agencement intérieur du bâtiment

Le bâtiment sera divisé en différentes zones:

- Zone de réception
- Zone de manutention
- Zone de traitement
- Zones ou pièces d'entreposages distinctes pour chaque type de déchet contenant des PCB :
  - transformateurs contenant des PCB
  - condensateurs contenant des PCB
  - fûts d'huile contenant des PCB
  - Déchets solides contenant des PCB
- Zone d'équipements
- Bureau
- Installations sanitaires

L'espace de travail doit être relativement grand, permettant, p. ex., la purge des transformateurs ou la manipulation et l'emballage des déchets. Le sol de cet espace sera de préférence recouvert d'acier (bac récepteur, p. ex.) et absolument étanche, il est éventuellement possible d'appliquer un enduit époxy spécial, résistant aux PCB.

Les déchets contenant des PCB devront être emballés pour minimiser le risque de fuites ou de déversements éventuels (dans des fûts homologués ONU, p. ex.). Les récipients seront étiquetés et marqués clairement, portant la date

de réception dans l'entrepôt. Les fûts et autres récipients mobiles contenant des PCB et les équipements contenant des PCB seront placés sur des palettes.

Un espace suffisant sera prévu entre les récipients et équipements entreposés pour en permettre l'inspection et permettre une manœuvre sûre des véhicules tels que les chariots élévateurs. Les fûts et autres récipients de liquides contenant des PCB seront séparés les uns des autres par des palettes et empilés au maximum par deux.

#### Ventilation

- Un système de ventilation de l'ensemble de l'installation d'entreposage doit être installé pour éviter des concentrations élevées dans l'atmosphère de PCB et autres POP éventuellement présents. De manière générale, l'air évacué sera nettoyé au moyen de filtres à charbon actif. Au besoin, le système de ventilation sera assorti d'un ventilateur à tirage induit.
- Une arrivée d'air frais doit être installée conformément aux spécifications du ventilateur à tirage induit. En l'absence de dispositions juridiques ou réglementaires particulières, on respectera la consigne suivante : le volume d'air doit être renouvelé deux à six fois au cours des opérations normales, avec possibilité de l'augmenter à dix fois, voire douze fois, en cas d'alerte de concentration gazeuse élevée.

#### Alarme incendie / Protection anti-feu

- Au regard des risques extrêmes que présenterait un incendie dans le bâtiment d'entreposage pour l'environnement et la santé humaine, il est de la plus haute importance d'installer un système d'alarme incendie avec détecteurs de fumée qui couvre l'ensemble de l'installation.
- Ce système d'alarme incendie avec détecteurs de fumée doit répondre à l'ensemble des dispositions réglementaires nationales et communautaires européennes ainsi qu'aux normes des meilleures techniques disponibles et meilleures pratiques environnementales internationales.
- Le bâtiment devra être équipé d'appareils de lutte contre l'incendie, de préférence sans eau. S'il s'agit d'appareils à eau, le sol de la plateforme d'entreposage devra être entouré d'une bordure, et le système d'écoulement ne doit en aucun cas être raccordé aux égouts ni aux égouts pluviaux, ni passer directement dans les eaux de ruissellement, mais devra inclure son propre système de collecte des eaux d'écoulement, tel qu'un puisard.
- Des extincteurs (à poudre) et des matériaux absorbants (sciure, p. ex.) devront être prévus, et facilement accessibles.
- Un système parafoudre couvrant l'ensemble de l'installation d'entreposage provisoire devra être installé.

#### Installations électriques

- Toutes les installations électriques doivent être installées à au moins 1,5 mètres au-dessus du sol pour assurer une certaine protection contre les risques d'explosion.
- La quantité et le modèle des branchements électriques seront définis en collaboration avec l'exploitant des unités de préparation des déchets.

#### Installations destinées au contrôle des rigoles d'écoulement des eaux

- Les puisards au sein de la zone protégée devront être équipés d'une alarme de niveau élevé et très élevé.
- Les rigoles et canaux d'écoulement des eaux doivent être étanches et facilement accessibles pour en permettre le nettoyage.

#### Canalisations

- Toute canalisation devant être mise en place dans l'installation d'entreposage provisoire doit l'être au-dessus du sol.

#### Équipement d'urgence

- L'ensemble de l'équipement d'urgence nécessaire à une mise hors service sûre de l'usine et tous les équipements nécessaires à une évacuation sûre et contrôlée de l'installation d'entreposage en cas d'incendie doivent être disponibles et facilement accessibles.

#### Plan d'intervention d'urgence

- Les procédures d'urgence et les bonnes pratiques de travail doivent être affichées.

#### Plan de santé et de sécurité

- Un plan de santé et de sécurité sera affiché.
- *Plan de prévention, de contrôle et de contre-mesures en matière d'écoulements (SPCC)*
- Le site devra faire l'objet d'une inspection mensuelle pour détecter la présence éventuelle de fuites, la dégradation des récipients, pour vérifier l'état des sols, des écoulements, des systèmes de purge, les équipements de protection individuelle, l'intégrité des alarmes incendie et des systèmes de lutte contre l'incendie, les clôtures de sécurité et de manière générale l'état du site.

#### Base de données de la plateforme d'entreposage provisoire

- Une base de données complète sur les déchets contenant des PCB et autres équipements et produits chimiques présents sur le site d'entreposage sera créée et tenue à jour, en y ajoutant les déchets réceptionnés et en supprimant les déchets éliminés. Cette base de données comprendra :
  - La désignation de chaque déchet contenant des PCB et la quantité de PCB qu'il contient
  - La date de réception et la provenance des déchets contenant des PCB entreposés et la date d'enlèvement et la destination des déchets quittant l'entrepôt
  - Une description des déchets contenant des PCB, y compris la quantité et la concentration en PCB, la mention apparaissant sur la plaque si disponible
  - Le numéro d'identification des déchets contenant des PCB

- Le nom du transporteur des déchets contenant des PCB et les autorités environnementales responsables seront informés
  - Le nom du destinataire des déchets contenant des PCB et les autorités environnementales responsables seront informés
  - La date et la quantité de PCB déversés suite à une fuite ou à un accident, et la procédure de nettoyage mise en œuvre et les autorités environnementales responsables seront informés
  - La date et le détail des inspections réalisées par les autorités compétentes et par l'exploitant et les autorités environnementales responsables seront informés
  - Les brigades de sapeurs-pompiers et les autorités environnementales responsables seront informés
- et les autorités environnementales responsables seront informés périodiquement de la quantité de déchets contenant des PCB entreposés (tous les quinze jours, p. ex.), et se verront transmettre une copie du dernier inventaire / des données récentes.
- Le personnel travaillant dans l'installation devra être clairement informé et comprendre les procédures de gestion actuelles des déchets

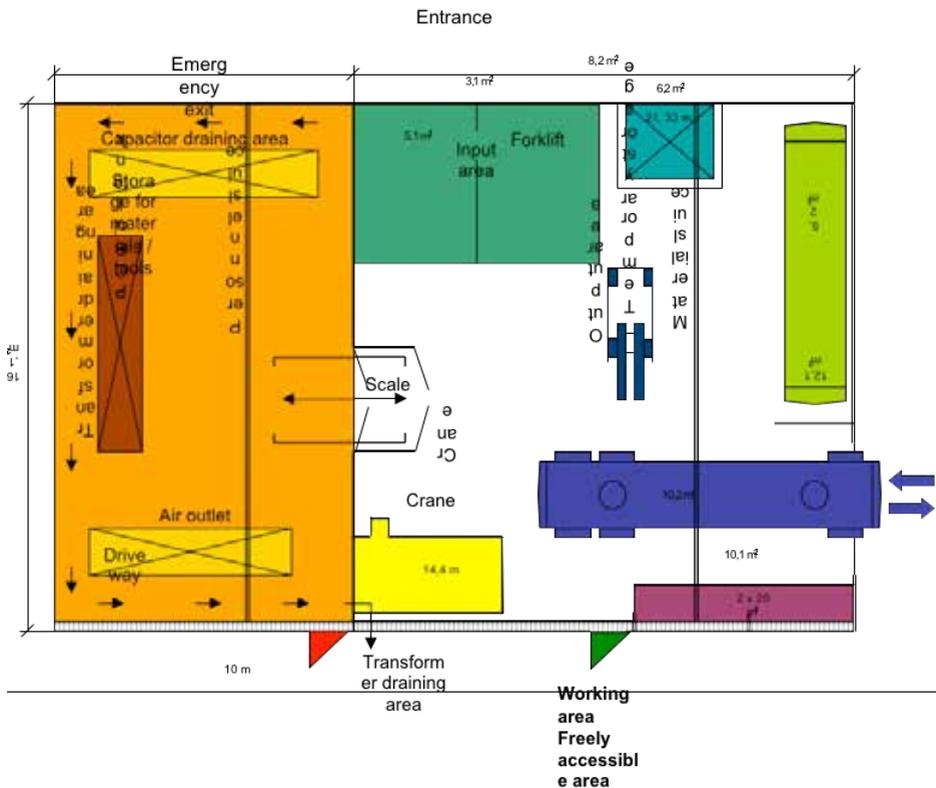


Photo 87 : 2e exemple d'une plateforme d'entreposage sûre

contenant des PCB, y compris l'utilisation des équipements de protection individuelle et les techniques de nettoyage. Les indications qui précèdent devront être considérées comme des conseils et recommandations d'ordre général. Toutefois, il est important de les revoir au moment de la construction ou de la mise à niveau d'une installation d'entreposage existante, en collaboration avec les autorités territoriales locales et nationales compétentes en raison de ce que les règlements et directives sont susceptibles de changer.

En l'absence de plateforme d'entreposage du type décrit ci-dessus, ou d'un bâtiment d'entreposage provisoire potentiel, une sorte d'entreposage provisoire mobile pourra être mis en place à court terme. En fonction de la quantité de déchets produits, il pourra être envisagé d'avoir recours à des conteneurs cubiques 20 pieds ou 40 pieds avec bacs récepteurs intégrés à titre de mesure de sécurité.

On gardera à l'esprit que les conteneurs cubiques ordinaires présentent un sol en bois, et non en acier, et que par conséquent, ils devront être adaptés.

### 9.3. Autorisation et contrôle

L'établissement d'une installation de stockage temporaire ou d'une zone de stockage centrale n'est possible qu'après dépôt d'une étude d'impact sur l'environnement et est sujet à l'autorisation



Photo 88 : Conteneur cube 20 pieds type avec bac récepteur



Photo 89 : Entreposage à court terme dans des conteneurs

des autorités compétentes.

Il est de plus recommandé qu'une extension de stockage temporaire au-delà de la période de 12 mois soit également soumise à l'autorisation des autorités compétentes.

## TRANSPORT

### 10.1. Règlements internationaux relatifs au transport des marchandises dangereuses

En fonction du mode de transport des marchandises dangereuses retenus, les règlements suivants s'appliquent :

- ADR (Accord européen sur le transport international des marchandises dangereuses par route)
- Code IMDG (Code international relatif au transport maritime des marchandises dangereuses / transport maritime)
- RID (Règlement régissant le transport international des marchandises dangereuses par chemin de fer)
- IATA DGR (Réglementation IATA du transport de marchandises dangereuses / transport aérien)
- Recommandations types des Nations Unies sur le transport des marchandises dangereuses (livre orange)

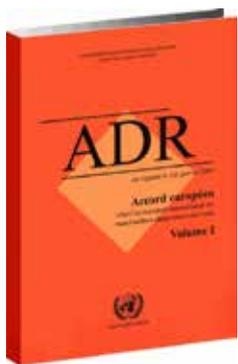


Photo 90 : ADR



Photo 91 : Code IMDG

On notera que les divers règlements (ADR / Code IMDG / RID / IATA-DGR) sont en substance très semblables les uns aux autres, la seule différence étant les prescriptions quant au conditionnement / à l'emballage, aux étiquettes ou aux quantités limites selon le mode de transport et en fonction du type de marchandises dangereuses.

### 10.2. ADR

#### 10.2.1. Obligations des intervenants principaux

En somme, le règlement ADR distingue trois intervenants principaux, dont les obligations sont les suivantes :

##### Exportateur

- Vérifier si les marchandises à être transportées sont classées et approuvées pour le transport.
- Fournir l'ensemble des documents de

transport nécessaires.

- Utiliser uniquement des conditionnements / emballages homologués ONU, correctement marqués et étiquetés.

##### Transporteur

- S'assurer que tous les documents obligatoires sont transportés à bord du véhicule.
- Vérifier que le chargement est en bon état, en d'autres mots, qu'il ne présente pas d'endommagement visible tel que fuites ou fissures.
- S'assurer que le véhicule n'est pas surchargé.
- S'assurer que des pancartes et des étiquettes soient apposées.
- S'assurer que les équipements / appareils spécifiés dans les instructions écrites à l'intention du conducteur sont bien ceux chargés dans le véhicule.
- Ne pas transporter un chargement non conforme à la réglementation.

##### Importateur

- Ne pas retarder la réception des marchandises sans raison valable, et vérifier après le déchargement que les prescriptions du règlement ADR en matière d'importation ont été respectées.
- Nettoyer et décontaminer les véhicules et les récipients.
- S'assurer que les étiquettes, les marquages et les signes aient complètement disparu

des récipients déchargés, nettoyés et décontaminés.

#### 10.2.2. Documentation

Les documents suivants doivent accompagner tous les chargements, conformément au règlement ADR :

##### Documents de transport

Les données suivantes sur chaque marchandise / déchet devront apparaître dans les documents de transport :

- Numéro ONU, composé des lettres « UN » suivies d'un nombre
- Si les marchandises sont des déchets, le mot « DÉCHETS » doit apparaître devant le n° ONU
- La désignation longue officielle (polychlorobiphényles) suivie de l'acronyme technique (PCB)
- La classe ONU (9)
- Le groupe d'emballage
- Le type de conditionnement et le numéro de conditionnement
- La quantité totale de chaque type de marchandises dangereuses avec les numéros ONU différents
- Le nom et l'adresse de l'exportateur
- Le nom et l'adresse de l'importateur

##### Certificat de conditionnement des conteneurs

Si les marchandises dangereuses sont transportées dans des conteneurs cubes par voie maritime, un certificat de conditionnement du conteneur sera joint au document de transport. La fonction du certificat

de conditionnement du conteneur est d'attester que les marchandises ont été emballées et chargées conformément aux dispositions du paragraphe 5.4.2 du code IMDG. Le certificat de conditionnement du conteneur sera joint au document de transport. Cf. l'exemple proposé à l'annexe 12.19.

#### Instructions écrites

Afin de pouvoir prendre des mesures immédiates en cas d'incident ou d'accident, le conducteur doit disposer de fiches de sécurité pour chaque type de marchandises dangereuses transportées indiquant brièvement :

- La désignation, la classe et le numéro ONU
- Les risques potentiels posés par les marchandises
- Les équipements supplémentaires nécessaires
- Les mesures à prendre

Outre le règlement ADR, les procédures et documents prévus par la convention de Bâle doivent être également pris en compte pour le transport international de déchets dangereux. Il arrive que ces deux règlements se recoupent, et il peut s'avérer suffisant d'utiliser, p. ex., le document de transport prévu par la convention de Bâle (cf. l'annexe 12.18.) comme document d'accompagnement.

### 10.3. Transports nationaux

Le transport sur les territoires nationaux des PCB et des déchets contenant des PCB doit

être conforme aux dispositions juridiques et réglementaires nationales concernant les marchandises dangereuses.

Le cas échéant, la législation nationale réglementant les critères de transport des déchets dangereux, tels que l'assurance, l'inscription, la licence et les aspects de la sécurité, devra être développée.

Par ailleurs, s'agissant du transport sur les territoires nationaux, un document de transport devra accompagner les déchets à tout moment.

Tracking Form		No. AA 123 123 123	
<b>Consignor</b> (name, address)	Contact person: Telephone: Date:	<b>Waste</b> (designation / chemical composition of waste)	Waste identification code: UN number: Quantity: (kg / litres) Packaging: (Type / number)
<b>Consignee</b> (name, address)	Contact person: Telephone: Quantity: (kg / litres) Method of disposal: Date:	<b>Carrier</b> (name, address)	Contact person: Telephone: Means of transport: Date:

Photo 92 : Exemple de formulaire de suivi national pouvant être utilisé

### 10.4. Transport transfrontières des déchets dangereux

L'exportation de déchets contenant des PCB doit impérativement répondre aux procédures stipulées par la convention de Bâle (cf. chapitre 1.2.) L'une des conditions d'exportation prévue par la convention de Bâle est que le transport transfrontières des déchets dangereux ou d'autres déchets ne peut intervenir que sur notification écrite préalable des autorités compétentes des États concernés par l'exportation, l'importation et le transit, et après autorisation de ces autorités du transport transfrontières des déchets en question. En outre, chaque chargement de déchets dangereux ou autres déchets devra être accompagné d'un document de transport, du point d'expédition au point d'élimination (cf. annexe 12.18.).

*Veillez vous rapprocher de l'autorité nationale compétente pour toute information spécifique.*

### 10.5. Chargement et contrôle de sécurité avant expédition

Le type de conditionnement et de transport dépend de la méthode d'élimination choisie et, à ce titre, pourra varier. On prendra notamment en compte que, outre les règlements nationaux et internationaux concernant le conditionnement, l'installation d'élimination peut également imposer des spécifications spéciales.

La manipulation / la manutention et le transport de PCB ou d'appareils contenant des PCB, déchets compris, seront confiés uniquement à des personnes dûment formées à ces intentions, ou à des personnes intervenant sous la supervision directe d'une personne formée.

#### 10.5.1. Chargement des camions pour le transport local

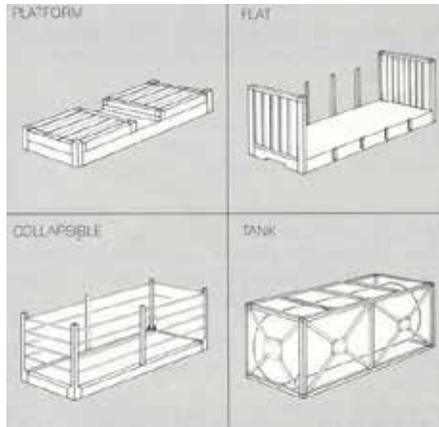
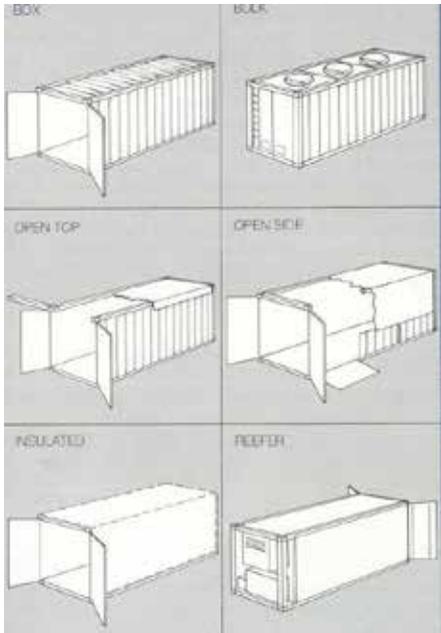
Tous les déchets dangereux prêts à être transportés doivent être emballés et étiquetés conformément au règlement ADR.

#### 10.5.2. Chargement des conteneurs pour le transport international

Pour des raisons de sécurité, on veillera à ce que des déchets contenant des PCB soient chargés en une seule fois : par conséquent, le chargement des conteneurs s'effectuera juste avant leur expédition.

Les conteneurs devront avoir été examinés par un bureau des douanes accrédité. Avant de charger les conteneurs, leur état sera de nouveau vérifié. La surface de chargement sera débarrassée de poussières et de saletés.

Chaque fût devra être vérifié pour s'assurer qu'il est sécurisé et non endommagé.. Les fûts doivent être manipulés avec précaution. Le code, le contenu, le numéro et le poids de chaque fût chargé doivent être consignés dans une liste de chargement des conteneurs.



Picture 93: Different types of containers

Une balance mobile calibrée sera utilisée pour le pesage des fûts, et seuls les fûts dont l'inspection et le poids auront été validés seront chargés.

Différents types de conteneurs peuvent être utilisés pour le transport de déchets dangereux :

S'agissant des déchets transportés sur de grandes distances, il est tout particulièrement important de veiller à ce que le chargement ne puisse bouger. Dans l'idéal, le chargement sera sécurisé en utilisant l'espace de façon optimale et arrimé au moyen de sangles de serrage, de planches de bois antidérapantes et de

coussins d'air. Il est également nécessaire de veiller à ce que le poids des fûts et récipients transportés à bord des camions ou dans les conteneurs soit réparti de manière équilibrée.

Par ailleurs, on tiendra compte de ce que le poids total autorisé en charge varie d'un pays à l'autre.

Si des conteneurs cubiques de 20 pieds sont utilisés, 36 fûts homologués ONU peuvent tenir au sol. Les conteneurs seront chargés en deux rangées verticales de fûts, soit un total de 72 fûts par conteneur. L'illustration ci-dessous montre comment les fûts sont

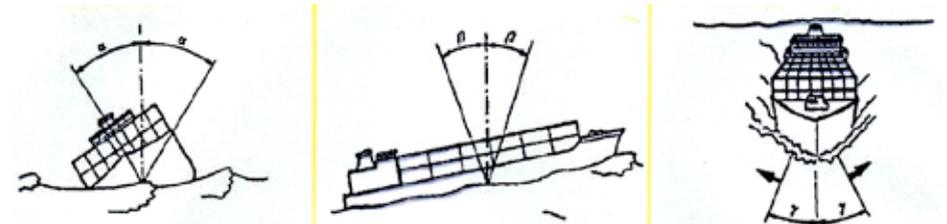


Photo 94 : Le déplacement des conteneurs à bord des porte-conteneurs doit être considéré

chargés dans le conteneur, les deux niveaux étant séparés par une couche de planches de contreplaqué.

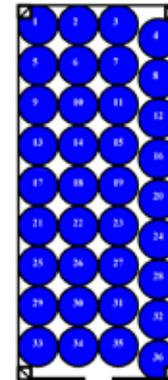
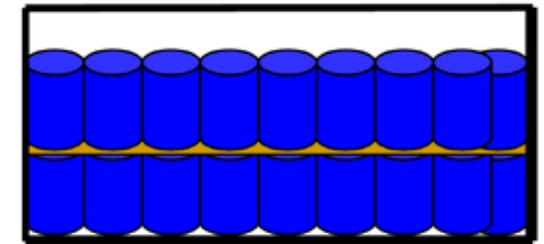


Photo 95 : Vue plongeante du conteneur 20 pieds une fois chargé



Première rangée : 36 fûts  
Deuxième rangée : 36 fûts  
Total : 72 fûts par conteneur

Photo 96 : Vue latérale du conteneur 20 pieds une fois chargé



Photo 97: Chargement du conteneur



Photo 98 : Levage et positionnement des conteneurs sur la plateforme du camion

Si l'on transporte des transformateurs (purgés), les appareils doivent être arrimés au moyen de sangles suffisamment fortes fixées aux anneaux de levage. Le chargement est plus facile si l'on utilise des conteneurs à dessus amovible. Toutefois, ces conteneurs seront ensuite bâchés pour protéger le chargement des intempéries.

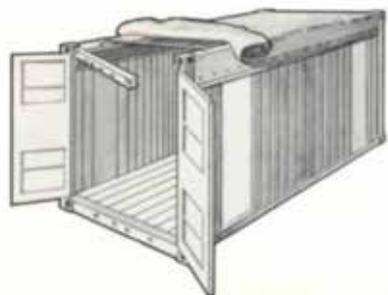


Photo 99 : Conteneur à dessus amovible



Photo 100 : Chargement de transformateurs

Il existe également des conteneurs spéciaux pour le transport sécurisé des transformateurs qui contiennent des PCB et qui n'ont pas été purgés (cf. photo de droite ci-dessus). Toutefois, ce type de conteneur est relativement cher.

### 10.6. Transport des déchets par voie aérienne

Le transport par voie aérienne des marchandises numéro ONU UN 2315 et UN 3432 est, théoriquement, possible. Toutefois, le règlement IATA fait en général référence aux substances sous leur forme originale, pure, et NON aux déchets.

C'est pourquoi il ne convient pas, et il n'est pas non plus recommandé, de transporter des déchets dangereux par voie aérienne.

Dans le cadre d'un projet d'élimination de déchets financé par le FEM en Europe de l'Est, des déchets contenant des PCB ont néanmoins été transportés par avion jusqu'à leur destination finale en Europe de l'Ouest, la procédure habituelle prévue par la convention de Bâle ayant en l'occurrence été mise en œuvre.



Photo 101 : Déchets contenant des PCB prêts à être transportés par voie aérienne

Tout pays considérant sérieusement cette option devra mener des enquêtes

détaillées auprès de l'ensemble des autorités compétentes, y compris auprès de l'IATA.

Par ailleurs, les consignes de conditionnement spécifiques doivent être respectées. Le personnel chargé du conditionnement, du chargement et du transport devra avoir suivi une formation spéciale, et devra avoir été officiellement autorisé à se charger de ces tâches (agrément spécifique).

## PRÉTRAITEMENT, TRAITEMENT ET ÉLIMINATION

Pour choisir la technologie la plus appropriée, différents critères quantifiables et non quantifiables devront être pris en compte. On notera notamment, parmi les critères non quantifiables, ou relatifs, la tolérance publique et les impacts et risques environnementaux, qui dépendent de la zone géographique concernée. Quant aux critères quantifiables, il s'agit de l'applicabilité de la méthode (selon son statut de développement), des MPE et MTD, des technologies déjà homologuées, du coût global, des moyens, de la concentration minimale pouvant être atteinte, des temps de nettoyage requis, de la fiabilité, de la maintenance, du coût de l'après-traitement et de la possibilité d'utiliser le sol après le traitement. De plus, une étude d'impact sur l'environnement sera effectuée pour évaluer une technologie.

L'une des exigences primordiales d'une technologie d'élimination professionnelle des PCB est que l'efficacité de destruction soit supérieure à 99,99 %. L'efficacité de destruction (ED) est définie comme étant la masse totale d'une matière chimique destinée à être traitée, moins la masse de cette matière chimique dans l'ensemble des produits, sous-produits et décharges dans l'environnement, divisée par la masse à l'entrée (ce qui donne un pourcentage). Le résultat peut différer considérablement de l'autre mesure courante, l'efficacité de destruction et d'élimination (EDE) qui ne prend en compte que les émissions atmosphériques, à l'exclusion des autres décharges et résidus. Un traitement

doit être capable de résister aux incidents – tels que les pannes de courant – sans mettre en danger les personnes ou les équipements. La manipulation / la maintenance et le chargement de POP dans le processus de traitement doivent être sûrs en toutes circonstances, faciles et contrôlés. Les équipements et les contrôles doivent être simples et robustes, et feront de préférence appel aux moyens locaux. La procédure opérationnelle doit être extrêmement élémentaire et pratiquement impossible à échouer. Le chargement et le déchargement, la mise en marche et l'arrêt doivent tous être faciles.

La différence entre les technologies qui ne font que séparer et / ou concentrer un polluant (extraction par solvants, désorption thermique, p. ex.) et celles qui détruisent le contaminant (incinération, déchloration ou biodégradation, p. ex.), doit être prise en compte. Les technologies qui ne font qu'immobiliser les contaminants (systèmes d'enfouissement, stabilisation et vitrification, p. ex.)

devront également être clairement différenciés.

### 11.1. Technologies et méthodes en général

Les technologies énumérées ci-dessous et présentées plus en détail aux annexes 12.3-12.6 concernent des niveaux de traitement et de récupération très divers des composants de transformateurs, facteur qui doit être pris en compte lors de la comparaison des technologies à mettre en œuvre. La décontamination n'est jamais complètement appliquée à l'ensemble des composants, ce qui veut dire qu'il reste toujours un résidu qui devra être incinéré. Dans le meilleur des cas, il s'agira uniquement des parties poreuses (bois et papier), à moins qu'une technique par solvant ne soit mise en œuvre pendant des temps de traitement longs, et que le produit final obtenu puisse être enfoui, et ce uniquement si les taux de PCB résiduels sont légalement tolérés. En d'autres termes, il est indispensable de prendre en compte le coût total du traitement, en ce inclus le coût de l'élimination finale des résidus.

Tableau 21 : Prétraitement et technologies sans combustion

Autoclaving
Alkali metal reduction (e.g. dechlorination/dehalogenation processes)
Ball milling
Base catalysed decomposition
Catalytic hydrodechlorination
Gas-phase chemical reduction
Plasma Arc
Potassium tert-butoxide method
Pyrolysis / waste-to-gas conversion technology
Supercritical water oxidation
Vitrification
Bio-degradation

Tableau 22 : Technologies à combustion

High-temperature incineration
Co-incineration in cement kilns

Des « Spécifications et fiches de données sur les technologies POP », détaillant diverses méthodes de décontamination / d'élimination sont actuellement en cours d'élaboration par le secrétariat de la convention de Bâle.

Deux jeux de fiches d'information présenteront les technologies recommandées pour la destruction ou la transformation irréversible des déchets de POP, des déchets contenant des POP, et des déchets contaminés aux POP. Ces fiches d'information se concentreront essentiellement sur les technologies de destruction suivantes :

- Autoclave
- Réduction alcaline
- Décomposition catalysée par une base
- Co-incinération en cimenterie
- Oxydation à l'eau supercritique
- Désorption thermique
- Conversion des déchets en gaz
- Incinération des déchets dangereux
- Plasma d'arc

Les fiches d'information les plus récentes seront publiées sur le site Internet du secrétariat BRS avant la CdP 2015. Pour l'heure, les fiches d'information « en l'état » peuvent être téléchargées à

l'adresse suivante : <http://www.ihpa.info/resources/library/>. Pour toute information complémentaire sur l'avancement des fiches d'information, veuillez contacter le secrétariat BRS à Genève : [brs@brsmeas.org](mailto:brs@brsmeas.org).

L'incinération est la technologie de destruction des PCB la plus facile à mettre en œuvre et la plus utilisée, et elle reste une solution définitive : cependant, en raison de son coût, et de sa non-disponibilité dans de nombreux pays, des technologies alternatives sont largement utilisées. Certaines de ces technologies ont l'avantage, outre celui d'être moins onéreuses, de permettre le traitement économique de volumes de déchets moins importants.

Les technologies de co-traitement, si elles ne sont pas interdites par la législation nationale, seront mises en œuvre conformément aux Directives techniques de la Convention de Bâle sur le co-traitement écologiquement rationnel des déchets dangereux dans des fours à ciment, ainsi qu'à la législation et la réglementation nationales pertinentes.

Bien qu'il soit possible d'arriver à une décontamination absolue des huiles par la mise en œuvre de technologies

qui détruisent complètement les PCB, la carcasse des transformateurs et des condensateurs peut être source de problèmes du fait de la présence de petites quantités de matériaux organiques poreux, dont le traitement est cher si l'on entend arriver à une décontamination complète.

Les techniques et procédures de décontamination doivent être validées et documentées de manière appropriée, de sorte à ce qu'il soit possible de prédire la réduction, l'élimination et / ou la décomposition des composés et éléments spécifiques indésirables au niveau de concentration requis, sans dangers potentiels ou risques déraisonnables.

Les interventions de décontamination doivent mettre en œuvre les MTD (meilleures techniques disponibles) et les MPE (meilleures pratiques environnementales) pour garantir que, tout au long de la durée de vie restante de l'équipement et des liquides d'isolation, la qualité des performances diélectriques et le bon fonctionnement de l'équipement soient assurés. Ces techniques doivent également assurer :

- Des conditions d'intervention de décontamination optimales pour prévenir les dommages directs et indirects. Avant de procéder à l'intervention, un plan de sécurité approprié sera préparé, qui déterminera les risques et prévoira les

actions correctrices appropriées en cas de problème, de panne, d'incendie, de déversement non contrôlé ou d'émissions dans l'environnement ;

- La qualité diélectrique et les propriétés physiques et fonctionnelles des liquides d'isolation, conformément aux normes et consignes pertinentes ;
- Que les objectifs de l'intervention de décontamination soient atteints, ce qui sera déterminé en mesurant la concentration des PCB à l'issue de l'intervention de décontamination puis 3 mois au moins après la remise en service de l'équipement, dans des conditions de service.

L'expédition de PCB et d'équipements contenant des PCB dans des entreprises qui se chargent de leur décontamination dans des lieux autres que le site d'installation des équipements, devra être conforme à l'ensemble des règlements relatifs au transport et aux déchets, y compris en ce qui concerne l'utilisation des formulaires d'identification des déchets et le registre des déchets entrants / déchets sortants. Pour le transport transfrontières, la convention de Bâle s'applique.

Quelle que soit la technologie choisie, elle doit être mise en œuvre par une société agréée par les autorités compétentes, et de la même façon, si les déchets PCB sont exportés, par une société agréée par les autorités compétentes du pays où interviendra le traitement.

En décembre 2004, le Programme des

Nations Unies pour l'environnement a publié une version à jour de l'Inventaire des capacités mondiales de destruction des PCB. Le PNUE a également réalisé une étude sur les technologies de destruction des PCB disponibles, autre que l'incinération, en 2000. Ces deux documents peuvent être téléchargés aux adresses suivantes :

- [http://www.chem.unep.ch/pops/pcb\\_activities/pcb\\_dest/PCB\\_Dest\\_Cap\\_SHORT.pdf](http://www.chem.unep.ch/pops/pcb_activities/pcb_dest/PCB_Dest_Cap_SHORT.pdf);
- <http://www.chem.unep.ch/Publications/pdf/SurvCurrAvNIncPCBDestrTech.pdf>

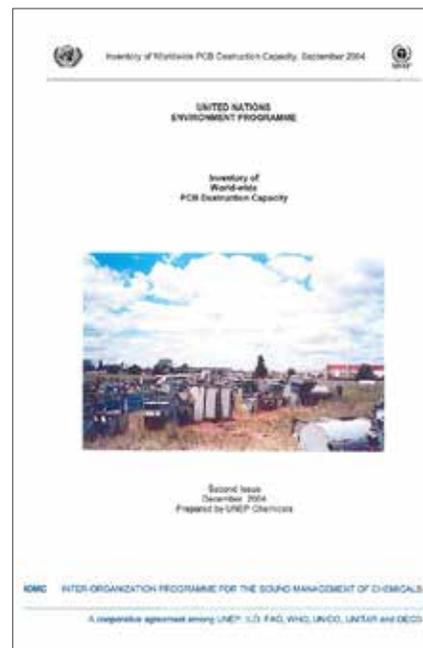


Photo 102 : Capacités mondiales de destruction des PCB, 2004

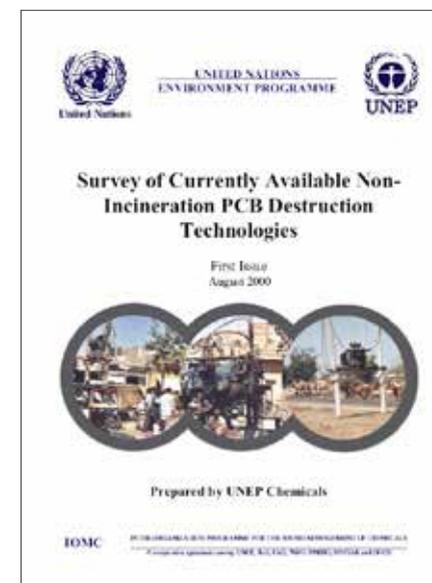


Photo 103 : Technologies de destruction des PCB autres que par incinération, 2000



Photo 104 : Manuel de formation publié par le PNUE à l'intention des responsables de projets de gestion de déchets dangereux – applicable à compter d'octobre 2002

D'autres documents d'orientation ainsi que des manuels de formation publiés par le PNUE peuvent être téléchargés aux adresses suivantes :

[http://www.chem.unep.ch/Pops/pcb\\_activities/default.htm](http://www.chem.unep.ch/Pops/pcb_activities/default.htm); <http://www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/techdocs.html>

## ANNEXES

### 12.1. Informations détaillées sur Internet : Conventions et documents d'orientation

- Convention de Bâle  
[www.basel.int](http://www.basel.int)
- Convention de Stockholm  
[www.pops.int](http://www.pops.int)
- PEN - Réseau pour l'élimination des PCB du service Produits Chimiques du PNUE  
[www.pops.int/pen/](http://www.pops.int/pen/)
- Documents d'orientation en matière de PCB  
<http://chm.pops.int/Implementation/PCB/DocumentsPublications/tabid/665/Default.aspx>
- Convention de Rotterdam  
[www.pic.int](http://www.pic.int)
- Service Produits Chimiques du PNUE : de nombreux rapports utiles peuvent être visualisés et téléchargés sur ce site Internet :  
[www.chem.unep.ch](http://www.chem.unep.ch)
- GPA – Programme d'action mondial pour la protection du milieu marin contre la pollution due aux activités terrestres : contient de nombreuses informations très utiles  
[www.gpa.unep.org](http://www.gpa.unep.org)  
Identification des condensateurs contenant

des PCB, manuels pour électriciens, liste très détaillée, Australie, 1997

<http://www.scew.gov.au/sites/www.scew.gov.au/files/resources/378b7018-8f2a-8174-3928-2056b44bf9b0/files/anzec-gl-identification-pcb-containing-condensateurs-information-booklet-electricians-and-electrical.pdf>

Directives pour l'identification des PCB et des matériaux contenant des PCB, PNUE 1999

<http://www.pops.int/documents/guidance/nipsfinal/pcb1.pdf>

- FEM - Fonds pour l'environnement mondial  
[www.gefweb.org](http://www.gefweb.org)
- UNITAR – Institut de formation et de recherche des Nations Unies  
[www.unitar.org](http://www.unitar.org)
- ONUDI – Organisation des Nations Unies pour le développement industriel  
[www.unido.org](http://www.unido.org)
- Recommandations relatives au transport de marchandises dangereuses – Règlement type  
[http://www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev16/16files\\_e.html](http://www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev16/16files_e.html)
- Fiches internationales de sécurité chimique  
<http://www.cdc.gov/niosh/ipcs/icstart.html#language>

- Convention de Minamata sur le mercure  
<http://www.mercuryconvention.org/>

- SAICM – Approche stratégique de la gestion internationale des produits chimiques  
<http://www.saicm.org/>

- REACH – Règlement (EC 1907/2006) européen relatif aux substances chimiques et à leur utilisation (enregistrement, évaluation et autorisation des substances chimiques et restrictions applicables à ces substances)  
[http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/produits\\_chimiques/reach/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/produits_chimiques/reach/index_en.htm)

*Veillez noter que de nombreux documents et publications sont en cours de révision : nous vous invitons à en vérifier l'état d'avancement sur Internet périodiquement.*

Documents d'orientation relatifs à l'identification, la gestion et la destruction des PCB

- Technologies de destruction et de décontamination des PCB et autres déchets contenant des POP au titre de la convention de Bâle : manuel de formation à l'intention des responsables de projets de gestion de déchets dangereux du secrétariat de la convention de Bâle

- <http://archive.basel.int/meetings/sbc/workdoc/TM-A.pdf>  
<http://archive.basel.int/meetings/sbc/workdoc/TM-B.pdf>
- Directives pour l'identification des PCB et des matériaux contenant des PCB  
Service Produits Chimiques du PNUE  
<http://www.chem.unep.ch/Publications/pdf/GuidldPCB.pdf>
  - Inventaire des capacités mondiales de destruction des PCB. Service Produits Chimiques du PNUE  
[http://www.chem.unep.ch/pops/pcb\\_activities/pcb\\_dest/PCB\\_Dest\\_Cap\\_SHORT.pdf](http://www.chem.unep.ch/pops/pcb_activities/pcb_dest/PCB_Dest_Cap_SHORT.pdf)
  - Transformateurs et condensateurs contenant des PCB – De la gestion à la reclassification et l'élimination  
Service Produits Chimiques du PNUE  
<http://www.chem.unep.ch/Publications/pdf/PCBtranscap.pdf>
  - Spécifications technologiques et fiches d'information provisoires sur les POP  
Secrétariat de la convention de Bâle  
<http://www.ihpa.info/library/2009/08/02/pops-technology-specification-and-data-sheets/>
  - Sélection des technologies d'élimination des polluants organiques persistants pour le Fonds pour l'environnement mondial  
Un document du Groupe consultatif du FEM pour la science et la technologie (STAP)  
<http://www.thegef.org/gef/pubs/STAP/selection-Persistent-organic-pollutant-l'elimination-technology-gef>
  - Étude sur les technologies de destruction des PCB sans incinération actuellement disponibles  
Service Produits Chimiques du PNUE  
<http://www.chem.unep.ch/Publications/pdf/SurvCurrAvNIncPCBDestrTech.pdf>
  - Directives techniques générales actualisées pour une gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués, contenant ou contaminés aux polluants organiques persistants (POP)  
Convention de Bâle  
[http://chm.pops.int/Portals/0/flash/popsdechestrainingtool/eng/All\\_technical\\_guidelines\\_on\\_POP\\_4.pdf](http://chm.pops.int/Portals/0/flash/popsdechestrainingtool/eng/All_technical_guidelines_on_POP_4.pdf)
  - Directives techniques générales actualisées pour une gestion écologiquement rationnelle des déchets constitués, contenant ou contaminés aux polychlorobiphényles (PCB), aux polychlorotriphényles (PCT) ou aux polybromobiphényles (PBB)  
Convention de Bâle  
<http://archive.basel.int/pub/techguid/tg-PCB.pdf>

- Proposition de directives relatives aux meilleures techniques disponibles et aux meilleures pratiques environnementales relevant de l'article 5 et de l'annexe C de la convention de Stockholm  
[http://www.pops.int/documents/guidance/batbep/batbepguide\\_en.pdf](http://www.pops.int/documents/guidance/batbep/batbepguide_en.pdf)

Veillez noter que de nombreux documents et publications sont en cours de révision : nous vous invitons à en vérifier l'état d'avancement sur Internet périodiquement.

## **12.2. Kits de diagnostic et autres Instruments**

*Clor-N-Oil* (échantillons d'huiles) et *Clor-N-Soil* (échantillons de terre)  
Ce kit permet de détecter la présence de PCB dans l'huile des transformateurs. Le diagnostic est réalisé à partir d'un colorant qui indique la présence de chlore, et, par conséquent, la présence probable de PCB. Ce diagnostic peut être acheté auprès de la Dexasil Corporation. Pour toute information complémentaire, veuillez contacter le fabricant aux coordonnées suivantes :

### **Dexasil Corporation**

One Hamden Park Drive  
Hamden, Connecticut 06517  
États-Unis Téléphone : +1 203 288 35 09  
Fax : +1 203 248 65 23  
Adresse courriel : [info@dexasil.com](mailto:info@dexasil.com)  
Internet : [www.dexasil.com](http://www.dexasil.com)

*Analyseur L2000 de PCB / Chlorure* (échantillons d'huiles, de sols, d'eau et de prélèvements de surface)  
Ce kit est a été conçu pour être utilisé sur le terrain, et permet de détecter la présence de PCB dans le sol, l'huile de transformateur, l'eau, et sur les surfaces. Le diagnostic est réalisé en un premier temps en faisant réagir l'échantillon avec un réactif retirant tout le chlore de la molécule organique. En un deuxième temps, une électrode spécifique pour les composés chlorés détermine la concentration en PCB dans l'échantillon après réaction. Pour toute information complémentaire veuillez contacter le fabricant aux coordonnées suivantes :

### **Dexasil Corporation**

One Hamden Park Drive  
Hamden, Connecticut 06517  
États-Unis Téléphone : +1 203 288 35 09  
Fax : +1 203 248 65 23  
Adresse courriel : [info@dexasil.com](mailto:info@dexasil.com)  
Internet : [www.dexasil.com](http://www.dexasil.com)

*Colorimètres DR/800* (échantillons d'eau)  
Il s'agit d'un petit colorimètre qui permet de détecter la présence de PCB (chlorure) dans l'eau. Il a été conçu pour être utilisé sur le terrain. Pour toute information complémentaire veuillez contacter le fabricant aux coordonnées suivantes :

### Hach Company

P.O. Box 389  
Loveland, Colorado 80539-0389  
États-Unis Téléphone : +1 970 669 30 50  
Fax : +1 970 669 29 32  
Adresse courriel : [csays@hach.com](mailto:csays@hach.com)  
Internet : [www.hach.com](http://www.hach.com)

#### Spectrophotomètre DR/4000 pour UV-VIS (échantillons d'eau)

Ce kit permet d'analyser la qualité de l'eau. Il s'agit d'un spectrophotomètre qui permet de réaliser les tests manuellement ou au moyen d'un système Sipper. Il est fourni préprogrammé avec 130 méthodes d'analyse HACH, mais peut également être programmé pour réaliser d'autres analyses de la qualité de l'eau. Pour toute information complémentaire veuillez contacter le fabricant aux coordonnées suivantes :

### Hach Company

P.O. Box 389  
Loveland, Colorado 80539-0389  
États-Unis Téléphone : +1 970 669 30 50  
Fax : +1 970 669 29 32  
Adresse courriel : [csays@hach.com](mailto:csays@hach.com)  
Internet : [www.hach.com](http://www.hach.com)

### 12.3. Technologies de traitement préalable des PCB (Extrait)

En un premier temps, le transformateur est purgé. Les liquides seront éliminés séparément. Le transformateur « vide » contient encore environ 3 à 10 % de liquide, 10 % dans le cas d'une huile Askarel, qui est plus dense. En outre, le contenu du bois, du papier, etc. a un impact sur la quantité de

liquide restante. Le transformateur fera l'objet d'un traitement à part. Les transformateurs à PCB « purs » – tout comme l'ensemble des appareils contenant des PCB « purs » – ne peuvent être nettoyés économiquement à des fins de réutilisation.

C'est pourquoi les transformateurs demandent un traitement spécifique. Dans le cas des transformateurs Askarel, l'extraction par solvant est une possibilité : certaines entreprises procèdent à l'extraction des PCB en plaçant le cœur dans un autoclave avant d'injecter un solvant et d'aspirer. Les carcasses vides sont nettoyées de la même façon. Il est également possible de se servir du transformateur lui-même comme autoclave, dans lequel on fera circuler un solvant. Dans les deux cas, le solvant est redistillé, et les PCB sont exportés pour être incinérés. Diverses études ont montré que seuls les solvants peuvent éliminer l'huile Askarel des matériaux non poreux. L'utilisation de solvants non chlorés serait plus écologique : toutefois, leur point d'éclair bas accroît le risque d'inflammabilité. C'est pourquoi des solvants chlorés tels que le perchloréthylène sont utilisés. On prêtera une attention particulière aux risques d'émissions.

Une fois ces procédés de nettoyage effectués, les circuits du transformateur sont démontés avec soin. L'intérieur des parties poreuses contiennent toujours des PCB, elles seront donc conditionnées de la manière attendue pour en permettre l'élimination définitive dans des installations agréées. Même après ce traitement préalable au moyen d'un solvant, les PCB sont toujours présents dans les enroulements et entre les

feuilles du cœur. C'est pourquoi les feuilles et les enroulements du cœur doivent être soumis à un nettoyage supplémentaire dans des machines à laver spécifiques, là encore au moyen d'un solvant. À l'issue de ce nettoyage, des échantillons aléatoires seront prélevés pour vérifier que le procédé a réussi. Si toutes les parties métalliques ont été débarrassées des PCB, elles peuvent être vendues comme matières premières secondaires.

### 12.4. Technologies de destruction des PCB sans combustion

Déchloration en général : la déchloration chimique repose sur des réactions, soit avec un métal alcalin

à liaison organique, soit avec des oxydes ou des hydroxydes de métaux alcalins. Les procédés de déchloration sont bien développés pour le traitement des PCB liquides et des huiles contaminées aux PCB. La teneur en chlore est convertie en sels inorganiques qui peuvent être retirés de la fraction organique par filtration. Les réactions sont effectuées dans une atmosphère inerte. Certaines entreprises proposent des installations de traitement mobiles, qui peuvent être utilisées sur un transformateur en service sur le terrain. Il existe plusieurs types de cette technologie. Deux fournisseurs de technologies de déchloration, et leurs procédés, sont brièvement présentés ci-dessous :

#### Procédé de déshalogénéation en continu (Continuous Dehalogenation Process – CDP)

Le CDP Process®, développé et breveté par Sea Marconi, est un procédé capable de désintoxiquer et de déshalogéniser les PCB présents à la fois dans l'huile et dans les parties intérieures du transformateur sur site, en continu et en circuit fermé, par passage d'huile chaude, avec une efficacité de 99,9 %, conforme à la directive européenne 59/96/CE. Les unités de décontamination mobiles (D5MU) utilisées dans ce procédé ont été conçues et développées par Sea Marconi, mettant en œuvre des technologies innovantes et des systèmes uniques de protection de l'environnement pour garantir des conditions de travail sûres. Les D5MU étant modulables, elles peuvent être intégrées à tous les scénarios logistiques et, grâce à des protocoles ad hoc spécialement développés, elles peuvent également fonctionner sur des transformateurs sous tension et en charge.

#### Procédé de déchloration de l'huile SDMI

Le procédé développé par SD Myers (<http://sdmyers.com/pcb-dechlorination.html>) vise très spécifiquement le traitement de certains déchets, car il a été conçu pour traiter les huiles de transformateurs contaminées aux PCB à des concentrations inférieures à 10 000 mg/kg sans qu'il y ait besoin d'enlever le transformateur ni de mettre le transformateur hors service. Il est possible d'atteindre des concentrations inférieures à 2 ppm. Il s'agit de faire circuler le fluide du transformateur dans un système de filtration jusqu'à ce que la concentration résiduelle en PCB soit inférieure à celle requise. La circulation en continu du fluide dans le transformateur purge largement les enroulements et autres composants internes du transformateur des PCB. L'huile traitée peut alors continuer à être utilisée. Une lixiviation des parties poreuses du transformateur, telles que les isolateurs en bois et en papier, peut survenir, et le transformateur devra être traité de nouveau après un certain temps.

Les paragraphes suivants proposent un aperçu général des technologies sans combustion :

**Réduction alcaline** : la réduction alcaline implique de traiter les déchets au moyen d'une dispersion de métal alcalin. Les métaux alcalins réagissent avec le chlore dans les déchets halogénés pour produire des sels et des déchets non halogénés. De manière générale, ce procédé intervient à pression atmosphérique et des températures comprises entre 60°C et 180°C. Le traitement peut être réalisé soit sur site (transformateurs contaminés aux PCB, p. ex.) ou hors site dans une cuve de réaction.

Ce procédé a plusieurs variations. Bien que le potassium et les alliages potassium-sodium aient été utilisés, le sodium métallique est l'agent de réaction le plus couramment utilisé. [Directives techniques, convention de Bâle]. Les technologies de réduction au sodium et à l'ammonium sont parfaites pour toutes sortes de contaminations aux PCB, mais ne sont pas économiques à plus haut niveau. Le niveau économique maximum des PCB varie entre 2 000 et 5 000 mg/kg de PCB. Ces technologies ont été largement utilisées au Canada, aux États-Unis et en Europe pour le traitement des huiles de transformateur contaminées aux PCB, l'un des avantages étant que l'huile peut être réutilisée après traitement complémentaire. Plusieurs entreprises offrent cette technologie dans le monde. La technologie à l'ammonium est comparable à

la technologie au sodium, mais plutôt rare et d'une manipulation moins aisée.

**Broyage par boulets** : il s'agit ici d'une nouvelle technologie intéressante, qui met en œuvre un broyeur à boulets fonctionnant grâce à l'excès de CaO et qui donne lieu à la décomposition des composés chlorés. Les rapports montrent des efficacités de destruction élevées pour les produits chimiques individuels. Toutefois, cette méthode est encore en phase de développement, et les statistiques indépendantes en matière d'émissions sont encore insuffisantes. Les coûts opérationnels peuvent être élevés en raison de la quantité de CaO et d'électricité que nécessite le procédé.

**Décomposition par catalyse basique (BCD)** : le procédé BCD vise le traitement des déchets en présence d'un mélange de réaction consistant en une huile hydrogénée, un hydroxyde de métal alcalin et un catalyseur. Lorsque ce mélange est chauffé à une température supérieure à 300°C, l'agent de réaction produit un hydrogène atomique hautement réactif. L'hydrogène atomique réagit avec les déchets pour éliminer les composantes qui rendent les composés toxiques. [Directive technique, convention de Bâle]. Le procédé BCD se limite à une certaine teneur en PCB, qui doit être supérieure à 10 000 ppm. Il a été utilisé dans deux exploitations commerciales en Australie, dont

l'une fonctionne toujours. Les expériences les plus récentes ont été menées dans l'un des plus grands sites de traitement des dioxines au monde, le site de Spolana, en République tchèque, où des dizaines de milliers de tonnes de sol contaminé et plusieurs milliers de tonnes de pesticides contenant 50 % de chlore, etc. ont été traités. Grâce à ces expériences à Spolana, les unités BCD ont pu être améliorées de sorte que jusqu'à 1000 t/an de PCB ou de pesticides (50%) à teneur élevée en chlore peuvent à présent être traités sur une seule ligne.

**Hydrodéchloration catalytique (CHD)**: le procédé CHD vise le traitement des déchets par un catalyseur à hydrogène gazeux et palladium sur support charbon (Pd/C) dispersé dans de l'huile de paraffine. L'hydrogène réagit avec le chlore dans les déchets halogénés pour produire du chlorure d'hydrogène (HCl) et des déchets non halogénés. Dans le cas des PCB, le biphenyle est le principal produit. Le procédé survient à une pression atmosphérique et des températures comprises entre 180°C et 260°C. [Directive technique, convention de Bâle] Au Japon, la technologie CHD est mise en œuvre par JESCO (Japan Environmental Safety Corporation) qui est une entreprise spéciale d'état, créée en 2004. JESCO a pour mission de construire et d'exploiter cinq installations régionales destinées à traiter les déchets contenant des PCB au Japon, et l'une d'entre elles est la CHD Osaka PCB Waste Traitement

Facility. Cette usine japonaise peut traiter jusqu'à 100 % des PCB, et elle est également combinée avec des unités de nettoyage de transformateurs contenant des PCB : méthode de nettoyage aux solvants et méthode de séparation par chauffage sous vide. Une option intéressante est la technologie CHD mise en œuvre par Hydrodec, qui dispose d'installations de traitement à Young, en Nouvelle-Galles du Sud, en Australie, et à Canton, dans l'Ohio, aux États-Unis. Ces installations transforment les huiles usées en huile de transformateur naphthénique de haute qualité ou en une huile de base appelée SUPERFINE™. L'installation de l'Ohio peut traiter des huiles de transformateur faiblement contaminées aux PCB, jusqu'à 49 ppm, (l'EPA autorise jusqu'à 2 000 ppm, sous réserve d'agrément) (<http://www.hydrodec.com/product-and-services/north-america/utilis%C3%A9-oil-collection-and-traitement>). En 2011, l'entreprise s'est lancée dans une co-entreprise avec Kobelco Eco-Solutions. Il est prévu de mettre en place la première installation au Japon au cours du deuxième semestre 2012.

**Réduction chimique en phase gazeuse (RCPG)** : le procédé RCPG vise la réduction thermochimique de composés organiques. À des températures supérieures à 850°C et des pressions basses, l'hydrogène réagit avec les composés organiques chlorés pour produire principalement du méthane et du chlorure d'hydrogène. [Directive

technique, convention de Bâle]. Tous les PCB en Australie de l'Ouest ont été traités par RCPG dans les années 2000. Il n'existe pas d'installation commerciale à ce jour, cette méthode étant relativement coûteuse.

**Plasma d'arc :** Le procédé Plascon™ met en œuvre un plasma d'arc à des températures dépassant 3 000°C pour pyrolyser les déchets. Les déchets sont injectés directement avec de l'argon dans le plasma d'arc. La température élevée provoque la dissociation des composés en ions et atomes élémentaires. La recombinaison survient dans une zone plus fraîche de la chambre de réaction, suivie par une trempe, donnant lieu à la formation de molécules simples. [Directive technique, convention de Bâle]. Cette technologie peut détruire jusqu'aux teneurs les plus élevées en PCB, avec une efficacité de 99,99999 %. La technologie à plasma d'arc est utilisée régionalement à titre commercial, mais sa capacité est relativement faible. En raison de la température extrêmement élevée, les coûts d'élimination sont très élevés. Les installations sont petites, avec des unités types (chaque unité est de 150kW), et peuvent être utilisées comme installations mobiles ou fixes. Une installation PLASCON® peut détruire des PCB purs à une cadence de 35 à 40 kg/h (<http://www.plascon.com.au/destruction-of-pcbs.html>). En janvier 2011, 10 installations commerciales étaient exploitées sous accord des agences de

protection de l'environnement de Victoria et du Queensland, en Australie, de l'agence de protection de l'environnement britannique, de l'EPA, aux États-Unis, de l'agence de l'environnement mexicaine et du ministère japonais de l'environnement. 4 unités commerciales « volantes » à plasma d'arc de 150 kW sont exploitées en Australie. 2 unités ont été installées au sein de Nufarm Ltd (producteur de pesticides).

**Méthode au tert-butylate de potassium :** les PCB dans les huiles isolantes sont déchlorés par réaction au tert-butylate de potassium (t-BuOK), qui réagit avec le chlore contenu dans les PCB pour produire des sels et des déchets non chlorés. De manière générale, ce procédé survient à pression atmosphérique et des températures comprises entre 200°C et 240°C. [Directive technique, convention de Bâle]. (à ce jour uniquement mise en œuvre au Japon).

**Technologie par pyrolyse / conversion des déchets en gaz :** ce procédé repose sur une technologie de traitement préalable par gazéification et de traitement visant la récupération des déchets contenant des hydrocarbures à hautes températures (1300°C–2000°C) et basses pressions (environ 25 bar), au moyen de vapeur et d'oxygène pur dans une atmosphère réductrice. Toutes les molécules d'hydrocarbure contenues dans les déchets sont séparées de manière irréversible en petites molécules gazeuses telles que

l'hydrogène (H<sub>2</sub>) et le monoxyde de carbone (CO), le méthane (CH<sub>4</sub>) et le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Des hydrocarbures à chaîne courte, tels que l'éthane (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>), le propane (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>), le butane (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>) et autres composés, sont produits en petites quantités (< 1 % vol.). Les PCB contenus dans les déchets sont efficacement détruits. Le gaz brut résultant est ensuite converti par un procédé en plusieurs étapes en un gaz de synthèse pur destiné à la production de méthanol de la plus haute qualité. [Directive technique, convention de Bâle] Seule une usine dans le monde se servait de cette technologie, Schwarze Pumpe, en Allemagne, mais elle a été fermée il y a déjà plusieurs années.

**Oxydation à l'eau supercritique :** l'oxydation à l'eau supercritique et l'oxydation à l'eau sous-critique traitent les déchets dans un système clos au moyen d'un oxydant (tel que l'oxygène, l'hydrogène le peroxyde, le nitrite, le nitrate, etc.) dans l'eau à des températures et des pressions supérieures au point critique de l'eau (374°C et 218 atmosphères) et inférieures à 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. [Directive technique, convention de Bâle]. À l'heure actuelle, la plus grande installation au monde destinée à mettre en œuvre cette technologie (10

000 t/an) est en cours de construction aux États-Unis dans le cadre du programme de destruction des armes chimiques (programme ACWA).

**Vitrification (GeoMelt) :** cette technologie a été largement mise en œuvre pour la réhabilitation des sols contenant des PCB. Ce procédé repose sur la création d'un arc entre deux paires d'électrodes insérées dans les déchets contenus dans le sol. Ce traitement peut uniquement être recommandé pour les équipements et huiles contenant des PCB dans certaines conditions particulières.

**Biodégradation :** la biodégradation est très limitée dans les niveaux de contamination, et peut être exclue pour le traitement des équipements et des huiles contenant des PCB. L'expérience a montré toutefois que la biodégradation peut être envisagée pour le traitement des sols faiblement contaminés.

### **12.5. Technologies de destruction des PCB à combustion**

L'incinération à haute température est la technologie la plus courante pour la destruction des déchets présentant une teneur élevée en PCB en Europe et en Amérique du Nord. Les incinérateurs modernes ont une efficacité d'au moins 99,99999 % pour les teneurs en PCB les plus fortes. Pour garantir l'efficacité de destruction, les incinérateurs fonctionnent à des températures supérieures à 1 100

°C, avec un temps de séjour supérieur à 2 secondes dans des conditions qui assurent le mélange approprié. Les coûts d'élimination sont généralement moindres pour les déchets à forte teneur en PCB qu'avec les autres méthodes d'élimination. Dans certains pays, la résistance publique à l'incinération des déchets dangereux a mené au développement de différentes technologies sans incinération, même si les coûts d'élimination en sont plus élevés. La formation de dioxines et de furanes issues de l'incinération est l'une des inquiétudes prédominantes. Si l'on a recours à une incinération à haute température, l'incinérateur devrait répondre à une valeur limite d'émission de dioxines et de furanes <0,1 ng I-TEQ/Nm<sup>3</sup> à 11% O<sub>2</sub>. La plupart des incinérateurs sont de grandes installations fixes, mais certains pays, le Canada notamment, exploitent également de petits incinérateurs mobiles à titre commercial. Leurs capacités sont cependant faibles comparées à celles des installations fixes.

L'incinération à haute température est en Europe la solution principale pour les PCB « purs ». Divers incinérateurs garantissent des niveaux d'émissions extrêmement faibles. Les incinérateurs peuvent accepter tous les types de déchets contenant des PCB, qui seront soit pompés (liquides) ou conditionnés en fûts. Les PCB mis en fûts sont chargés dans le four d'incinération à l'aide d'un élévateur. Les PCB liquides sont généralement transférés de la

citerne d'entreposage au four au moyen de pompes et d'injecteurs. Les transformateurs doivent être démontés avant d'être éliminés, en raison de leur taille.

Co-incinération en cimenteries : la co-incinération des liquides contenant des PCB se limite généralement à la fourchette de 50 à 1 000 ppm de PCB dans l'huile. Des teneurs plus élevées en chlore auraient un impact nocif sur le ciment. La règle d'or veut que le chlore soit généralement limité entre 300 et 500 g/t de clinker de ciment pour une cimenterie sans vanne de bypass, et à 750 g/t pour une cimenterie avec vanne de bypass, mais la tolérance au chlore doit être connue dans tous les cas. Il est important que le propriétaire du procédé en connaisse la tolérance au chlore. En outre, la co-incinération exige la mise en place d'un système d'épuration des gaz de combustion.

Un certain nombre d'essais de destruction des PCB ont montré que les PCB peuvent être détruits de manière satisfaisante dans les cimenteries, mais aucun pays développé ne fait état d'un recours important au procédé en cimenteries pour la destruction des PCB. Si les cimenteries sont utilisées pour incinérer des déchets, les prescriptions des règlements applicables doivent être respectées. On peut notamment se reporter à la directive européenne 94/67/CE sur l'incinération des déchets dangereux.

### 12.6. Technologies émergentes de destruction des PCB

Un certain nombre de technologies sont en cours d'émergence, qui ne sont toutefois pas présentées dans ce manuel. Le FEM finance actuellement un « état des lieux des technologies innovantes émergentes pour la destruction et la décontamination des POP et identification des technologies prometteuses destinées à être mises en œuvre dans les pays en voie de développement », disponible sur Internet :

[http://www.chem.unep.ch/pops/pcb\\_activities/PCB\\_proceeding/Presentations/PCB%20Global%20McDowall.pdf](http://www.chem.unep.ch/pops/pcb_activities/PCB_proceeding/Presentations/PCB%20Global%20McDowall.pdf)

et

[http://www.chem.unep.ch/Pops/pcb\\_activities/default.htm#Guidance](http://www.chem.unep.ch/Pops/pcb_activities/default.htm#Guidance)

### 12.7. Entreprises de traitement et d'élimination des PCB

Les entreprises qui exercent ces activités dans le monde sont listées à l'adresse suivante :

[http://www.chem.unep.ch/pops/pcb\\_activities/questionnaire/default.htm](http://www.chem.unep.ch/pops/pcb_activities/questionnaire/default.htm)

*Veillez noter qu'il se peut que certains sites Internet soient archivés en mars 2015. Veillez consulter Internet régulièrement pour les nouvelles publications et les téléchargements disponibles.*

### 12.8. Plan d'intervention d'urgence en cas de pollution froide aux PCB

Le tableau ci-dessous expose les mesures à prendre en cas d'incident à froid. Pour chaque type de déversement, l'ordre dans lequel les mesures doivent être prises est indiqué par le numéro correspondant.

### 12.9. Plan d'intervention d'urgence en cas de pollution chaude aux PCB

Le tableau ci-dessous expose les mesures à prendre en cas de pollution chaude aux PCB. Pour chaque type de déversement, l'ordre dans lequel les mesures doivent être prises est indiqué par le numéro correspondant.

Mesures d'intervention d'urgence en cas de pollution froide aux PCB				
	Nature du déversement			
	Fuite dans le système de confinement	Déversement sur béton et asphalte	Déversement dans le sol	Déversement dans l'eau
Aviser le personnel de l'installation, l'équipe d'intervention chimique et les autorités compétentes	1	1	1	1
Informers les médecins responsables et enfiler les équipements de protection individuelle adéquats (éviter à tout prix la contamination corporelle !)	2	2	2	2
Empêcher les personnes et / ou les véhicules de pénétrer dans les zones contaminées	3	3	3	3
Le cas échéant : débrancher l'équipement concerné Vérifier la mise à la terre	4	4		
Boucher ou endiguer tous les écoulements vers les égouts et les fossés, utiliser des matériaux absorbants (sable, ciment)		5	4	
Stopper la source : colmater les fuites à l'aide de matériaux appropriés, placer des bacs récepteurs sous la ou les fuites	5	6	5	4
Confinement des déversements : construire des digues pour confiner les PCB dans une zone la plus réduite possible		7	6	
Couvrir d'un plastique pour minimiser le ruissellement d'eaux pluviales		8	7	
Endiguer la zone si possible, et interdire l'accès aux navires dans les eaux navigables				5
Confiner la zone contaminée, ériger une tente avec des compartiments	6	9	8	

Utiliser une pompe pour transférer les PCB dans des fûts, éponger les PCB avec des matériaux absorbants	7	10	9	6
Mettre en œuvre des dragues pour recueillir la terre / les sédiments contaminés			10	7
Répéter le processus de frottage aux solvants, suivi par un nettoyage avec des matériaux absorbants	8	11		
Prélever des carottes pour déterminer le taux de contamination restant (MEP)		12 (à 2,5 cm de profondeur)	11 (à 60 cm de profondeur)	
Casser / séparer le ciment contaminé		13		
Conditionner les déchets conformément à l'ADR et les éliminer selon la procédure applicable aux déchets dangereux	9	14	12	8
Contrôler les puits et autres sources d'eau aux abords pour déterminer une contamination éventuelle aux PCB			13	

Mesures d'intervention d'urgence en cas de pollution chaude aux PCB			
	Origine de la pollution		
	Défaillance interne Pas d'explosion de l'équipement	Défaillance interne du condensateur Explosion de l'équipement avec déversement	Incendie à proximité de l'équipement
		Attention aux furanes hautement toxiques !	Attention aux furanes et dioxines hautement toxiques !
Aviser les brigades de sapeurs-pompiers			1
Aviser le personnel de l'installation, l'équipe d'intervention chimique et les autorités compétentes		1	2
Informers les médecins responsables et enfiler les équipements de protection individuelle adéquats (masques de protection respiratoire !)		2	3
Empêcher les personnes et / ou les véhicules de pénétrer dans les zones contaminées		3	4
Débrancher l'équipement concerné	1	4	5
Mettre l'équipement hors service	2		
Évacuer et fermer le bâtiment, stopper la circulation d'air en bouchant les bouches d'aération		5	6
Stopper la source : colmater les fuites à l'aide de matériaux appropriés, placer des bacs récepteurs sous la ou les fuites		6	
Confiner la zone contaminée		7	7
Toute personne non protégée par une combinaison de protection lourde et étanche restera hors de la zone de danger Laisser les spécialistes procéder à l'extinction de l'incendie			8

Ériger une tente avec des compartiments		8	9
Répéter le processus de frottage aux solvants, suivi par un nettoyage avec des matériaux absorbants		9	10
Prélever des carottes pour déterminer le taux de contamination restant (MEP)		10 (à 2,5 cm de profondeur)	11 (à 60 cm de profondeur)
Procéder à des prélèvements de surface pour déterminer la teneur en dioxines (MEP)			12
Casser / séparer le ciment contaminé		11	13
Mettre en œuvre des dragues pour recueillir le sol/ les sédiments contaminés		12	14
Conditionner les déchets conformément à l'ADR et les éliminer selon la procédure applicable aux déchets dangereux	3	13	15

### 12.10. Bonnes pratiques de travail

Bonnes pratiques de travail	
Tous travaux légers de réparation et de maintenance des équipements contenant des PCB impliquent la prise de précautions de sécurité destinées à protéger les employés et l'environnement. Ainsi :	
	Le contact direct des matériaux contaminés aux PCB avec la peau et les yeux doit être impérativement évité par le port de gants et de lunettes de sécurité. En fonction du type de travaux à exécuter, des vêtements de protection et un masque de protection respiratoire seront également mis à la disposition des personnes chargées des interventions d'élimination.
	
	L'espace de travail doit être adéquatement ventilé.
	Les déversements doivent être évités dans tous les cas par l'utilisation de bacs récepteurs ou de bâches plastiques adéquates.
	Toute entrée en contact de PCB avec une flamme ou autre source de chaleur dépassant 300°C doit être impérativement évitée (risque de dioxines et furanes extrêmement toxiques).
	Tous les outils et autres matériaux de travail utilisés et qui seront entrés en contact avec des PCB devront être éliminés, selon la procédure applicable aux déchets contenant des PCB et d'une manière écologiquement respectueuse, ou sinon décontaminés. Les seuls matériaux pouvant être décontaminés au moyen d'un solvant approprié (acétone technique) sont l'acier, le verre et la céramique.
	Les interventions qui impliquent le décautage, le réenroulement des bobines, etc. devront être réalisées exclusivement par des entreprises agréées à cette intention par les autorités compétentes.

### 12.11. Instructions à l'intention des intervenants sur PCB

La fiche d'instruction ci-dessous doit être considérée comme un exemple

adéquat d'instructions destinées aux intervenants sur PCB et de consignes en cas d'urgence. Toutefois, les informations et les pictogrammes peuvent changer.

Instruction No. 03/2010 | Company:  
 Acc. §14 Ordinance on Hazardous Substances  
 Building site/Work:

Printdate:



**Polychlorierte Biphenyle**  
 PCB are suspected of causing cancer!



#### Hazards for human health and the environment

Breathing in, swallowing or absorption through the skin may result in health damage. May cause irritation (respiratory tract, eyes, skin, organs of digestion). Temporary complaints (dizziness, fatigue, nausea, loss of appetite) are possible. Can cause acne, digestive disorders, liver damage, blood picture changes, mood disorders. Carcinogenic effect is suspected. PCB can affect reproductive fertility. PCB can be injurious to the unborn child. Reichert sich im Körper an! Beim Erhitzen oder Verbrennen können sehr giftige Dioxine und Furane entstehen.  
 Hazardous to water - avoid ingress into the ground, water and sewage!

#### Protective measures and behaviour rules

Ensure a fresh air supply when working! In the event of vapours, work only with exhaust ventilation! Nicht mit Feuer, offenen Flammen oder heißen Metallteilen in Berührung bringen! Do not leave vessels open! Avoid splashes! Do not mix with other products or chemicals! Avoid contact with eyes, skin and clothing! Preventive skin protection necessary. Thoroughly clean hands and face after completing work and before every work break! Use skin care agent! Store street clothing separately from work clothing! Change clothing after completing work! Change soiled clothing!  
 Observe restrictions on activity!  
**Eye protection:** Full protection goggles!  
**Hand protection:** Gloves made of: fluororubber. It is advisable to wear cotton gloves underneath protective gloves.  
**Breathing protection:** The use of A2-P3 (braun-weiß) is recommended. In pits, shafts and silos, only use ambient air-independent breathing apparatus!  
**Skin protection:** Use grease-free skin protection ointment for all uncovered parts of the body.  
**Body protection:** (Disposable) chemical protective suit and plastic boots. Bei Bedarf partikelgedichte Schutzkleidung!



#### Behaviour in danger situations

Collect and dispose of with absorbent non-combustible material (e.g. kieselguhr, sand)! Evacuate the workplace if large quantities should leak! Remove only after applying personaler Schutzausrüstung! Product is not combustible. In the event of a fire in the environment, cool the receptacle with sprayed water! Hazardous vapours are produced in the event of fire! Only fight larger fires using self-contained breathing equipment and suitable protective equipment!  
**Responsible physician or clinic:**  
**Accident phone:**

#### First Aid

**During all First Aid assistance: protect yourself and immediately inform a doctor.**  
**After eye contact:** Rinse for 10 minutes with water or with eye-wash solution.  
**After skin contact:** Take off soiled clothing immediately. Clean with abundant amounts of water and soap. No thinners!  
**After breathing in:** Fresh air. Keep airways clear: remove false teeth, vomit etc.. If breathing or heartbeat stops: immediately apply artificial respiration and heart massage.  
**After swallowing:** Do not cause vomiting. If conscious, see that plenty of water is drunk a little at a time. No domestic agents.  
**First Aid specialist:**



#### Proper disposal

Do not pour into the sewage or a refuse bin!  
 Product residues:  
 For disposal, collect in:

### 12.12. Premiers secours en cas de contact avec des PCB

Tableau 23 : Premiers secours

Type d'exposition	Secours
➤ PCB liquides sur la peau	➤ Rincer abondamment et soigneusement à l'eau et au savon
➤ PCB liquides dans les yeux	➤ Rincer les yeux à l'eau tiède pendant 15 minutes, en veillant à garder les yeux ouverts
➤ PCB liquides dans la bouche et dans l'estomac	➤ Se rincer la bouche à l'eau, ne rien boire d'autre, voir un médecin immédiatement
➤ Vapeurs de PCB hautement concentrées	➤ Faire sortir la personne affectée au grand air

### 12.13. Directives relatives à l'inspection des sites et à l'échantillonnage des transformateurs et des condensateurs (deux intervenants)

Les équipes de terrain chargées de l'identification des équipements contenant des PCB se composent de deux intervenants. L'inspecteur, en qualité d'autorité officielle, supervise le processus d'échantillonnage et garantit la qualité du processus d'inventaire.

### 12.14. Ébauche de questionnaires d'inventaire

Plusieurs propositions de questionnaires d'inventaire sont en cours d'élaboration, dont la proposition initiale faite par le PNUE en 2002, cf. p. ex. à l'adresse suivante : <http://www.google.ch/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.pops.int%2Fdocuments%2Fguidance%2FPCBinvo>

[rm.doc&ei=bnb1VMaJFYvnUr6xgtAK&usq=AFQJCNEMfNujwIGZxuyEuZbNle2lg99g&sig2=yuimZwcO4WVxE39Y7ZLeJQ](http://www.rm.doc&ei=bnb1VMaJFYvnUr6xgtAK&usq=AFQJCNEMfNujwIGZxuyEuZbNle2lg99g&sig2=yuimZwcO4WVxE39Y7ZLeJQ)

Il est recommandé que les pays élaborent leurs propres questionnaires en fonction de leurs propres besoins, en s'inspirant des recommandations du PNUE quant aux directives BRSMEAS et des expériences respectives.

Sont proposées ci-dessous et jusqu'à la page 111 des ébauches de questionnaires basées sur le questionnaire initial du PNUE, qui ont été utilisées dans de nombreux pays comme base pour l'évaluation des PCB.

Ces formulaires ont souvent été utilisés en même temps que des rapports d'échantillonnage.

Intervenant 1 de l'équipe de terrain		Intervenant 2 de l'équipe de terrain
Déverrouiller la porte / la grille menant à la salle où se trouvent les condensateurs	1	
Localiser les condensateurs, lire la plaque du fabricant	2	Renseigner le formulaire d'inventaire pour le condensateur et recopier dans le coin supérieur droit le numéro d'étiquette
Lire à haute voix chaque ligne de la plaque du fabricant	3	Renseigner les données nécessaires à partir de la plaque du fabricant, ligne par ligne
Prendre les mesures des condensateurs	4	Noter les dimensions des condensateurs
Préparer l'étiquette pour le condensateur et l'apposer à un endroit propre et accessible du condensateur (exemple : 10404)	5	
Prendre une photo du condensateur	7	
Vérifier que le condensateur ne fuie pas et qu'il ne soit pas endommagé	8	Noter dans le formulaire d'inventaire les fuites ou endommagements éventuellement relevés sur le condensateur
Verrouiller la salle où se trouvent les condensateurs	9	
Déverrouiller la porte / la grille menant à la salle où se trouvent les transformateurs	10	
Localiser les transformateurs, lire la plaque du fabricant	11	Renseigner le formulaire d'inventaire pour le transformateur et recopier dans le coin supérieur droit le numéro d'étiquette
Lire à haute voix chaque ligne de la plaque du fabricant	12	Renseigner les données nécessaires à partir de la plaque du fabricant, ligne par ligne
Prélever un échantillon d'huile du transformateur	13	
Apposer l'étiquette de l'échantillon sur le transformateur, sur la fiole contenant l'échantillon, et la recopier dans le formulaire d'inventaire	14	Vérifier que le transformateur ne fuie pas et qu'il ne soit pas endommagé
	15	Prendre une photo du transformateur (en cas de fuites, d'endommagements, de corrosion)
Jeter les matériels d'échantillonnage (pipettes, compresses absorbantes, gants) dans des sacs en plastique qui seront ensuite entreposés dans des bacs et récipients prévus à cet effet.	16	Indiquer dans le formulaire d'inventaire les endroits où des fuites ou des endommagements ont été détectés sur le transformateur
Verrouiller la salle où se trouvent les transformateurs	17	

Formulaire A : Informations sur la société, le site et l'équipement contenant des PCB / contaminé aux PCB

N°	Informations sur la société, le site et l'équipement contenant des PCB / contaminé aux PCB	
1	Nom :	
2	Adresse :	
3	Adresse du site :	
4	Téléphone :	
	Fax :	
	Adresse courriel :	
5	Nom / poste de la personne à contacter :	
6	Type d'entreprise / secteur / production sur le site spécifique :	
7	Entreprise publique ou privée ?	
8	Localisation :	Zone industrielle
		Zone urbaine
		Zone rurale
9	Nombre d'employés :	>50
		10-50
		<10
10	Nombre total d'équipements sur le site :	Transformateurs
		Condensateurs
		Autres

Formulaire d'inventaire des équipements remplis d'huile (à renseigner pour chaque équipement)

Formulaire d'inventaire des équipements remplis d'huile		
1	Nom de l'équipement	
2	Numéro d'identification individuel (NII) de l'équipement	
3	Type et marque de commerce de l'équipement	
4	Numéro de série	
5	Fabricant et pays d'origine	
6	Localisation de l'équipement	
7	Puissance maximale autorisée	
8	Année de fabrication	
9	Paramètres physiques :	Poids total (kg)
		Volume / poids de l'huile (litres ou kg)
		Équipement (poids sec, en kg)
		Dimensions de l'équipement (longueur, largeur, hauteur, en m)
10	Marque de commerce de l'huile	
11	L'huile contient-elle des PCB ?	
12	Comment avez-vous déterminé que l'huile contenait ou ne contenait pas de PCB ?	
13	Statut opérationnel	En service
		En stand-by
		Hors service
14	État de l'équipement	Fuites détectées ?
		Le sol sous l'équipement (ciment, terre) est-il contaminé ?

		Signes externes d'endommagement de l'équipement (corrosion, fissures, etc.) ?	
		Entreposage (à ciel ouvert, dans un atelier, p. ex., etc.).	
15	Entretien, maintenance et soin : état de réparation actuel de l'équipement.	Quelle est l'entreprise qui assure le service de maintenance de l'équipement ?	
		Type d'huile utilisée pour le remplissage ?	
		Fluide remplacé ? Si oui, quand a eu lieu le dernier remplacement ?	
		Quelle est l'entreprise qui a procédé au remplacement ?	
		Quelle est la marque de commerce du fluide ou de l'huile de remplacement ? (Nom dans la langue d'origine)	
Nom, fonction de la personne en charge et du validateur de l'exécuteur, signature, date			
16	Personne en charge :	_____ Signature	_____ Date
17	Valideur :	_____ Signature	_____ Date

Formulaire C : Informations sur les déchets susceptibles de contenir des PCB

C Information on wastes liable to contain PCB			
1	Nature of the wastes (e.g., transformer oil in drums or reservoirs)		
2	Estimated quantity		
3	Are containers leak-proof?		
4	Is the place of storage clearly marked to show the presence of PCB?		
5	Have soil or buildings been contaminated by leaking PCB? (indicate magnitude of problem if possible, e.g. tonnes or cubic metres of contaminated soil)		
6	Brief history of any previous remediation efforts, e.g., removal of PCB-containing equipment and waste PCB for disposal (when, by whom, where to, etc.)		
7	Other relevant information (e.g., results of any sampling and analysis already undertaken)		
8	Fill in:	Name and surname	Signature
			Date



12.15. Exemple de registre possible

N° Ord.	Type d'équipement	Marque de commerce	NII	Fabricant	Année de fabrication	Tests PCB
1	Transformateur	TM	TC-301	Usine de transformateurs de <u>Kentau</u>	1995	Pas de PCB  (Test L2000)
2	Transformateur	TH	TH - 121	Usine de transformateurs de <u>Chirchick</u>	1967	Contaminé aux PCB  486 mg/kg – Vérification L2000 & CPG
3	Transformateur	TON 394/22	THП - 222	Pologne	1976	Contient des PCB  PCB purs (plaque)
4	Condensateur	KCK2-1,05-125-2Y	KC - 089	Usine de condensateurs de <u>Ust-Kamenogorsk</u>	1985	Pas encore testé

Poids total kg	Poids de l'huile kg	Localisation	Statut de service	État	Données de maintenance et d'entretien	Prestataire de maintenance (coordonnées)
2 500	800	Atelier n° 1	En service	Satisfaisant	Remplissage <u>périodique</u>	<u>Iskra Ltd., Kokshetau, Abay str. 2</u>
4 530	1 800	Sous-station TПC-010	Mis hors service	Fuites d'huile	Maintenance par <u>Iskra Ltd/</u>	<u>Iskra Ltd., Kokshetau, Abay str. 2</u>
2 800	1 200	Sous-station	En service	Satisfaisant	Remplissage périodique et remplacement des joints en 2004	<u>Iskra Ltd., Kokshetau, Abay str. 2</u>
58	15	Sous-station	En appoint	Brûlé	Pas de maintenance	<u>Iskra Ltd., Kokshetau, Abay str. 2</u>

### 12.16. Plan de maintenance mensuel des équipements contenant des PCB

Lieu : \_\_\_\_\_  
Date : \_\_\_\_\_

N°	Élément à inspecter	Conforme		Observations	Mesure correctrice
		Oui	Non		
<b>Transformateurs à PCB</b>					
1.	Numéro d'inventaire				
2.	État des jauges				
3.	Relevé des jauges				
4.	Corrosion des citernes et des ailettes de radiateur				
5.	Fini peint de la citerne et des ailettes de radiateur				
6.	Fuite de PCB au niveau du / de la / des : • citerne • ailettes de radiateur • couvercle supérieur • couvercle de la trappe d'accès • manchon de purge supérieur ou inférieur • bagues haute et basse tensions				
7.	Soupape de décompression				
8.	Vanne de purge				
9.	Bagues haute et basse tensions				
10.	Couleur de l'huile contenant des PCB				
11.	Essais électriques et chimiques pour déterminer les propriétés physiques et électriques (essai diélectrique, essai de facteur de puissance, essai d'acidité, essai de tension interfaciale) (essais à réaliser tous les ans)				
12.	État des assécheurs (gel de silice)				
13.	Bruit et vibration anormaux				
<b>Condensateurs à PCB</b>					
14.	Numéro d'inventaire				
15.	Corrosion de l'enveloppe				
16.	Endommagement physique				
17.	Fuites d'huile contenant des PCB				
18.	Fusibles fondus				
19.	Température de l'enveloppe				
20.	Boursoufflures				
21.	Éclatements				
22.	Interventions de réparation et d'entretien le cas échéant				
23.	L'équipement contenant des PCB a-t-il été réparé sur site ou hors site (si hors site, indiquer le prestataire d'entretien et la société de transport)				

Rempli par : \_\_\_\_\_

Téléphone : \_\_\_\_\_

### 12.17. Rapport d'inspection mensuel de l'installation d'entreposage provisoire de PCB

Présentation : L'autorité compétente est tenue de procéder à l'inspection mensuelle

des entreposages de PCB. Cette inspection est réalisée par une personne qualifiée, qui en transmet le rapport aux autorités environnementales.

Lieu : \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_\_

N°	Question	Oui	Non
1	Les zones d'entreposage de PCB sont signalées au niveau du périmètre extérieur, elles sont sécurisées et l'accès en est réservé strictement au personnel autorisé.		
2	Les équipements contenant des PCB et les fûts de matériaux contenant des PCB sont entreposés d'une manière qui permet l'inspection et les empêche de prendre feu ou de tomber / de basculer.		
3	Le site d'entreposage des PCB est en bon état, y compris : • Les sols • Les bordures • Les côtés • Les purges et écoulements (le cas échéant) • Les toits étanches • Les clôtures et les murs		
4	Les bâtiments d'entreposage de PCB sont équipés, autant que possible, d'un système de lutte contre l'incendie et d'un système d'alarme appropriés, qui tiennent compte des quantités de PCB entreposées à l'intérieur des bâtiments.		
5	Les extincteurs ont-ils été inspectés le mois précédent ? Sont-ils en état de fonctionner ?		
6	Concernant les équipements contenant des PCB (autres que les équipements aux PCB purgés) qui ne sont pas dans des récipients et contiennent des PCB liquides : sont-ils entreposés sur un sol en acier, en ciment ou autre matériau durable semblable, capable d'absorber les déversements de PCB liquides ? Le sol et les côtés en ciment sont scellés au moyen d'un enduit étanche, durable et résistant aux PCB.		
7	Les équipements contenant des PCB qui ne sont pas dans des récipients et qui contiennent des PCB liquides sont entreposés sur un sol en acier, en ciment ou autre matériau durable semblable, et sont entourés d'une bordure permettant de contenir : a) par équipement ou par récipient, 125 % du volume de PCB liquides présent ; <b>ou</b> b) pour plus d'un équipement ou d'un récipient, deux fois le volume de PCB liquides contenu dans le plus grand équipement ou récipient ou 25 % du volume de l'ensemble des PCB liquides entreposés, étant entendu que l'on retiendra le volume le plus important.		
8	Au niveau du sol du site d'entreposage des PCB, les écoulements, les puisards ou autres ouvertures sont : a) fermés et scellés pour empêcher toute décharge de liquides, <b>ou</b> b) raccordés à un système de drainage fermé adapté à la collecte de PCB, et qui aboutit à un endroit où les déversements liquides sont confinés et recouverts, <b>et</b> où les déversements liquides c) ne poseront pas de risque d'incendie ni de risques pour la santé ou la sécurité du public.		
9	Seuls les récipients – autres que les fûts – de matériaux contenant des PCB et destinés à être empilés, sont empilés, et à hauteur maximale de deux rangées verticales.		
10	Les fûts de matériaux contenant des PCB sont empilés, chaque range séparée par des palettes, à hauteur maximale de deux rangées verticales.		

Rempli par : \_\_\_\_\_

Téléphone : \_\_\_\_\_

Veuillez conserver une copie pour vos dossiers et transmettre l'original à : .....

**12.18. Transport transfrontières et notification de transport de déchets dangereux**

Pour le transport transfrontières des déchets dangereux, la procédure prévue par la convention de Bâle doit être respectée et les formulaires appropriés préparés (cf. également le chapitre 1.2).

Lors de sa huitième conférence (décembre 2006), la Conférence des Parties à la convention de Bâle a adopté des versions révisées des formulaires de notification et de transport, ainsi que des consignes pour remplir ces formulaires, qui peuvent être consultés à l'adresse suivante :

<http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/techmatters/forms-notif-mov/vCdP8.pdf>

Deux autres formulaires sont également disponibles à l'adresse suivante :

<http://www.pccdaman.info/pdf/Hw%20Forms/HW%20Form%20-%208.pdf>

Veuillez noter que de nombreux formulaires sont en cours de révision, et seront prochainement publiés sur les sites Internet pertinents. Nous vous invitons à en vérifier l'état d'avancement sur Internet périodiquement.

**12.19. Déclaration de transport de déchets dangereux et certificat de conditionnement du conteneur**

**DANGEROUS GOODS DECLARATION AND CONTAINER PACKING CERTIFICATE**

This form meets the requirements of SOLAS 74, Chapter VII, Regulation 4; Marpol 73/78 Annex III, Regulation 4 and Chapter 5.4 (Documentation), Vol. 1 of IMDG Code.

1 Shipper (Name and Address)		2 Page 1 of ___ pages									
		3 B/L Number:									
4 Consignee (Name and Address)		5 Shipper's Reference Number:									
		6 Carrier:									
<b>SHIPPER'S DECLARATION:</b> I hereby declare that the contents of this consignment are fully and accurately described below by the proper shipping name, and are classified, packaged, marked and labelled/placarded and are in all respects in proper condition for transport according to the applicable international and national government regulations.											
7 Port of Loading	8 Vessel/Voyage	9 1 <sup>st</sup> Relay Port	10 1 <sup>st</sup> Relay Vessel/Voyage								
11 2 <sup>nd</sup> Relay Port	13 2 <sup>nd</sup> Relay Vessel/Voyage	14 Port of Discharge	15 Port of Destination								
<b>16 Dangerous Goods Details</b>											
Proper Shipping Name	IMO Class	Sub Risk	UN No.	PG	FP	MP Y/N	Gross Wt. (kg)	Net Wt. (kg)	Cube (m <sup>3</sup> )	Package No. & Type	
										Inner	Outer
17 Container No.		18 Container Size & Type		19 Seal No.		20 Container Tare Wt. (kg)		21 Total Wt. (kg) (Including Container Wt.)		22 24 hrs Emergency Contact Tel No.	
23 Additional Handling Information						<b>CONTAINER PACKING CERTIFICATE:</b> I hereby declare that the goods described above have been packed/loaded into the container identified above in accordance with provision 5.4.2.1 of IMDG Code.					
						24 Name of Company					
* DANGEROUS GOODS: You must specify: proper shipping name, hazard class, UN Number, Packaging Group, Marine Pollutant (where assigned) and observe the mandatory requirements under applicable national and international governmental regulations. For the purposes of the IMDG Code see Provision 5.4.1.4 and DOT-E - CFR 172.203(a)						25 Name/State of Declarant					
						26 Place and Date					
						27 Signature of Declarant					

12.20. Formulaire de demande d'adhésion  
au PEN



APPLICATION FORM FOR MEMBERSHIP TO THE  
PCB ELIMINATION NETWORK (PEN)



**1. Personal information**

I wish to register as an:  Institution  Individual person

Institution			
First name		Title ( <i>Mr., Ms., Mrs., Dr.</i> )	
Family name			
Job title			
Mailing address:		Postal code	
City		Country	
Telephone	<i>(please include international code)</i>	Mobile	<i>(please include international code)</i>
Fax		E-mail	

**2. Additional information**

Please specify to which category of stakeholders you belong (please choose only one category):

- Government (ministries, agencies, environmental inspectorates, etc.)
- PCB disposal service industry (entities offering maintenance, treatment or destruction of PCB)
- PCB owner or holder (private or state enterprises holding contaminated equipment or oils)
- Regional centre for the Stockholm or Basel Convention for capacity building and the transfer of technology
- Inter-governmental organization
- Non-governmental organization
- Research institution or academia
- Other: \_\_\_\_\_

In the field below, please briefly describe your involvement with PCB.

I am interested in the following topics of the thematic group (multiple checks possible):

- Inventory of PCB
- Maintenance, Handling, and Interim Storage of Equipment Containing PCB
- Disposal of PCB and Remediation of Contaminated Sites
- Open Applications of PCB
- Other: \_\_\_\_\_

**3. Declaration**

I hereby declare that I will make determined effort towards achieving environmentally sound management of PCB. I accept that all information provided can be shared publicly.

Date: \_\_\_\_\_ Signature: \_\_\_\_\_

Please e-mail or mail the completed form to:  
 Secretariat of the PEN, Chemicals Branch, DTIE, UNEP  
 11-13 Chemin de: Anémones, CH-1219 Châtelaine (GE), Switzerland  
 E-mail: [pen@pops.int](mailto:pen@pops.int) or [hsdelovs.fiedler@unep.org](mailto:hsdelovs.fiedler@unep.org)



**United Nations Environment Programme**  
**Coordinating Unit for the Mediterranean Action Plan**  
**Barcelona Convention Secretariat**

Vassileos Konstantinou 48, Athens 11635, Greece  
Tel.: +30 210 7273100 – Fax: +30 210 7253196  
[www.unepmap.org](http://www.unepmap.org)

ISBN: 978-92-807-3540-6



UNEP



Years  
TOGETHER  
FOR A SUSTAINABLE  
MEDITERRANEAN

**United Nations Environment Programme  
Coordinating Unit for the Mediterranean Action Plan  
Barcelona Convention Secretariat**

Vassileos Konstantinou 48, Athens 11635, Greece  
Tel.: +30 210 7273100 – Fax: +30 210 7253196  
[www.unepmap.org](http://www.unepmap.org)