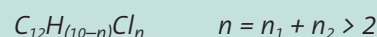
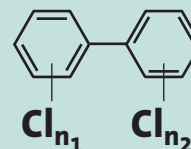


## FICHE TOXICOLOGIQUE

FT 194

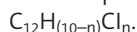
# Biphényles chlorés

Fiche établie par les services techniques et médicaux de l'INRS



## CARACTÉRISTIQUES

Les polychlorobiphényles ou PCB sont des composés de formule



Il existe en théorie 209 isomères renfermant 1 à 10 atomes de chlore en différentes positions, mais seulement une centaine peut se former lors de la fabrication par chloration du biphényle.

Les produits commerciaux correspondent à des mélanges complexes de certaines catégories d'isomères, la variation du taux de chlore permettant d'obtenir des propriétés physiques particulières. Le pourcentage pondéral de chlore peut varier de 21 à 68 %, les qualités les plus répandues contenant approximativement :

- 42 % de chlore, soit en moyenne 3 atomes de chlore par molécule ;
- 54 % de chlore, soit en moyenne 5 atomes de chlore par molécule ;
- 60 % de chlore, soit en moyenne 6 atomes de chlore par molécule.

Les principales impuretés présentes dans certains produits commerciaux à base de PCB sont des polychloronaphtalènes et, à l'état de traces, des polychlorodibenzofuranes.

## UTILISATIONS

Vu les effets nocifs de la bioaccumulation des PCB, des recommandations sévères ont été émises quant à leur utilisation. Leur usage, lorsqu'il n'est pas interdit, n'est toléré que dans certains systèmes clos permettant leur récupération.

En France, les utilisations des PCB ont été limitées par l'arrêté du 8 juillet 1975. On les rencontre essentiellement comme isolants diélectriques de la classe des askarels dans les appareils électriques tels que transformateurs (PCB à 60 % de chlore en mélange avec des trichlorobenzènes) et condensateurs (PCB à 42 % de chlore).

Le décret 87-59 du 2 février 1987 modifié interdit la mise sur le marché et l'emploi des appareils contenant des PCB ou des produits en renfermant plus de 0,005 % en poids (50 ppm). Toutefois l'emploi des appareils en service avant la date de publication reste autorisé jusqu'à leur fin de vie (transformateurs contenant des liquides renfermant entre 50 et 500 ppm de PCB) ou leur élimination au plus tard pour le 31 décembre 2010 selon le plan national de décontamination et d'élimination élaboré par le ministère chargé de l'Environnement.

## PROPRIÉTÉS PHYSIQUES [1, 2]

Selon leur teneur en chlore, les PCB commerciaux se présentent sous la forme de liquides plus ou moins visqueux ou de produits résineux. Ils sont incolores ou jaunâtres, d'odeur aromatique caractéristique.

Leur solubilité dans l'eau est extrêmement faible (0,007 à 5,9 mg/l), particulièrement dans le cas des composés les plus chlorés. Les PCB sont également insolubles dans le glycérol et les glycols mais solubles dans les huiles et la plupart des solvants organiques.

**Numéro CAS**  
1336-36-3

**Numéro CE (EINECS)**  
215-648-1

**Numéro Index**  
602-039-00-4

**Synonymes**  
Diphényles chlorés  
Polychlorobiphényles  
PCB  
Dérivés chlorés du 1,1'-biphényle



Xn - Nocif



N - Dangereux pour l'environnement

## BIPHÉNYLES CHLORÉS

- R 33 – Danger d'effets cumulatifs.  
R 50/53 – Très toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.  
S 35 – Ne se débarrasser de ce produit et de son récipient qu'en prenant toutes les précautions d'usage.  
S 60 – Éliminer le produit et son récipient comme un déchet dangereux.  
S 61 – Éviter le rejet dans l'environnement. Consulter les instructions spéciales/la fiche de données de sécurité.

215-648-1 – Étiquetage CE.

Teneur en chlore (% p/p)	42	54	60
Point de fusion (°C)	-19	10	31
Intervalle de distillation (°C)	325-366	365-390	385-420
Densité à 20 °C	1,38	1,54	1,62
Densité de vapeur (air = 1)	8,9	11,2	
Vitesse d'évaporation (g/cm <sup>2</sup> /h) × 10 <sup>6</sup> à 250 °C	338	53	13
Tensions de vapeur (Pa) à :			
0 °C	0,133	0,008	
200 °C	3900	1200	400
Solubilité dans l'eau (mg/l) × 10 <sup>2</sup> à 25 °C	24	1,2	0,3
Point d'éclair (°C) en coupelle ouverte	176-180	aucun	aucun

Les caractéristiques physiques de trois mélanges de PCB typiques sont présentées dans le tableau ci-dessus.

### PROPRIÉTÉS CHIMIQUES [1 à 5]

Les PCB présentent une grande stabilité thermique d'autant plus importante que la teneur en chlore augmente. Ils se décomposent à des températures supérieures à 300 °C, par exemple en présence de flammes, de surfaces chaudes ou d'un arc électrique. La décomposition des PCB donne principalement naissance à du chlorure d'hydrogène corrosif, du dioxyde de carbone et de l'eau. Dans certaines conditions, généralement à des températures comprises entre 300 et 1000 °C (conditions optimales vers 650 °C), la pyrolyse des PCB en présence d'oxygène conduit à la formation de petites quantités de composés suspectés d'être extrêmement toxiques, notamment des polychlorodibenzofuranes. La dégradation thermique des mélanges de PCB et de trichlorobenzènes conduit également à la formation de polychlorodibenzodioxines, en quantités nettement inférieures à celles des polychlorodibenzofuranes.

Les PCB résistent bien aux agents chimiques tels que acides, bases et oxydants.

Ils sont sans action sur les métaux courants mais dissolvent ou ramollissent certains caoutchoucs ou matières plastiques.

### Récipients de stockage

Les PCB sont stockés dans des récipients en acier galvanisé, aluminium ou métal nickelé.

### VALEURS LIMITES D'EXPOSITION PROFESSIONNELLE

Des VLEP indicatives ont été établies pour les PCB.

PAYS	VLEP	Moyenne pondérée sur 8 heures VME	
		PCB (42% de chlore)	PCB (54% de chlore)
France (circulaire)		1 mg/m <sup>3</sup>	0,5 mg/m <sup>3</sup>
États-Unis (ACGIH)		1 mg/m <sup>3</sup>	0,5 mg/m <sup>3</sup>
Allemagne (valeurs MAK)		1,1 mg/m <sup>3</sup> 0,1 ppm	0,70 mg/m <sup>3</sup> 0,05 ppm

### MÉTHODES DE DÉTECTION ET DE DÉTERMINATION DANS L'AIR [6, 7]

Prélèvement au travers d'un support adsorbant (Florisil), éventuellement associé à un filtre en fibre de verre. Extraction au n-hexane. Dosage par chromatographie en phase gazeuse avec détection par capture électronique (<sup>63</sup>Ni).

L'analyse est réalisée par comparaison du chromatogramme avec celui (ou ceux) d'un (ou de) mélange(s) commercial(iaux) de PCB ou mieux avec celui du mélange utilisé au poste de travail.

## RISQUES

### RISQUES D'INCENDIE

Les PCB sont des composés difficilement inflammables. Ils ne présentent pas de point de feu jusqu'à ébullition.

En cas d'incendie susceptible d'atteindre des récipients ou des appareils contenant des PCB, les agents d'extinction préconisés sont le dioxyde de carbone, les mousses (pour liquides polaires) et les poudres chimiques. En raison de la haute toxicité des fumées émises lors de la pyrolyse des PCB (voir *Propriétés chimiques*), les intervenants seront équipés d'appareils respiratoires autonomes isolants.

### PATHOLOGIE – TOXICOLOGIE

#### Toxicocinétique – Métabolisme [8, 11, 17]

Bien absorbés par toutes les voies d'exposition, les PCB sont fixés en majeure partie sur les tissus gras où ils ont tendance à s'accumuler. Ils sont partiellement métabolisés en oxydes d'aryle, intermédiaires très réactifs sur les molécules de l'organisme.

L'excrétion se fait par les selles et de façon moins importante par les urines. Les dérivés hautement chlorés sont les moins éliminés.

Les PCB sont des inducteurs des enzymes hépatiques, ce qui explique vraisemblablement une partie de leurs effets toxiques.

Ils traversent le placenta et passent dans le lait maternel.

## Toxicité expérimentale [8 à 10, 14, 17]

### Aiguë et chronique

La toxicité aiguë des PCB est faible. Les DL50 par voie orale chez le rat sont comprises entre 4 000 et environ 19 000 mg/kg. Par voie cutanée chez le lapin, les plus faibles doses létales se situent entre 800 et plus de 8 000 mg/kg.

Les signes observés lors des expérimentations varient selon les espèces; le singe semble être l'animal dont la susceptibilité à ces dérivés est la plus proche de celle de l'homme. Acné, irritation cutanée, hyperpigmentation, hypersécrétion des glandes lacrymales, conjonctivite, atteintes hépatiques (hypertrophie et modification enzymatique) et hématologiques (anémie et hyperleucytose) sont constatées lors des études de toxicité aiguë ou sub-aiguë.

Lors des expositions prolongées, des hyperplasies gastriques, une atrophie thymique et une hyperlipidémie s'ajoutent à ces manifestations. Une diminution des possibilités de défenses immunitaires a été relevée chez le cobaye. Les doses sans effet toxique chronique sont très faibles, de l'ordre de quelques mg/kg.

### Mutagène

Tous les résultats obtenus lors de nombreux essais avec différents PCB se sont révélés négatifs, sauf avec le 4-chlorobiphényle et l'Aroclor 1221 (mélange à 21% de chlore) qui ont provoqué un effet mutagène uniquement au cours d'un test de Ames avec activation métabolique.

### Effets sur la reproduction

L'administration d'Aroclor 1254 (mélange à 54% de chlore) à la dose de 100 mg/kg/j durant la gestation de rates provoque une diminution du nombre des descendants et de la viabilité de ceux-ci. La fécondité des survivants est également altérée. Par contre, en dehors d'un poids réduit à la naissance, on ne constate pas de malformation organique sur cette espèce.

Le singe est plus sensible: des altérations des phanères (perte des poils) et de la peau (acné, œdème) sont constatées parmi les descendants des mères exposées, ainsi qu'un petit poids à la naissance et des anomalies osseuses.

### Cancérogène

Différents PCB ont provoqué une augmentation de l'incidence des tumeurs hépatiques (bénignes ou malignes) chez le petit rongeur de laboratoire mais le rôle des impuretés éventuellement présentes dans les préparations commerciales testées n'est pas spécifié dans ces études. Ces composés semblent également agir en synergie avec d'autres substances cancérogènes.

## Toxicité sur l'homme [8 à 17]

### Aiguë et chronique

Les effets spécifiques des PCB sont difficiles à distinguer du fait de la présence dans ces produits de certains polluants toxiques.

Les principales intoxications décrites chez l'homme concernent des cas d'ingestion répétée d'aliments pollués accidentellement par 800 à 1 000 mg/kg de PCB eux-mêmes contaminés par d'autres substances telles que des polychlorodibenzofuranes et des polychlorodibenzodioxines. Les victimes souffrirent principalement de chlo-

racné, de troubles oculaires (hyperhémie, pigmentation, œdèmes et kystes conjonctivaux), de perturbations neurologiques, gastrointestinales et d'asthénie.

En cas d'exposition professionnelle aux PCB, le contact cutané bref n'entraîne aucune anomalie en dehors d'une éventuelle irritation locale. S'il s'agit de contacts répétés ou prolongés, les troubles suivants peuvent être observés:

- troubles cutanés (chloracné, pigmentation, épaississement de la peau et décoloration des ongles, «rashes eczématiformes»);
- troubles neurologiques (céphalées, vertiges, somnolence, troubles mnésiques et, plus rarement, polynévrite);
- troubles hépatiques (hépatomégalie, élévation de la  $\gamma$ -glutamyl transeptidase ( $\gamma$ -GT) et des aminotransférases ASAT et ALAT).

En cas d'incendie ayant entraîné une exposition aux PCB et à ses produits de dégradation thermique, il est constaté essentiellement des signes d'irritation oculaire et respiratoire, un prurit et des céphalées. Ces manifestations peuvent être suivies d'une chloracné, d'une atteinte neurologique centrale (asthénie, vertige...) et parfois périphérique, d'anomalies biologiques (atteinte hépatique, trouble du métabolisme lipidique, induction enzymatique et trouble du métabolisme des porphyrines),

### Effets sur la reproduction

Il a été constaté des anomalies chez les enfants de femmes qui avaient consommé en cours de grossesse des aliments contaminés par des PCB et d'autres substances. Ces anomalies portaient essentiellement sur la peau, les muqueuses et les phanères.

### Effet cancérogène

Des tumeurs cutanées, digestives et hépatiques, ainsi que des leucémies ont été décrites. Toutefois, les données épidémiologiques ne montrent pas d'augmentation significative de l'incidence des cancers sur le personnel exposé aux PCB.

# RÈGLEMENTATION

## HYGIÈNE ET SÉCURITÉ DU TRAVAIL

### 1. Règles générales de prévention des risques chimiques

– Articles R. 231-54 à R. 231-54-17 du Code du travail.

### 2. Aération et assainissement des locaux

– Articles R. 232-5 à R. 232-5-14 du Code du travail.  
– Circulaire du ministère du Travail du 9 mai 1985 (non parue au JO).  
– Arrêtés des 8 et 9 octobre 1987 (JO du 22 octobre 1987) et du 24 décembre 1993 (JO du 29 décembre 1993) relatifs aux contrôles des installations.

### 3. Valeurs limites d'exposition professionnelle

– Circulaire du ministère du Travail du 13 mai 1987 modifiant la circulaire du 19 juillet 1982 (non parues au JO).

### 4. Maladies de caractère professionnel

– Articles L. 461-6 et D. 461-1 et annexe du Code de la sécurité sociale: déclaration médicale de ces affections.

## 5. Maladies professionnelles

- Article L. 461-4 du Code de la sécurité sociale : déclaration obligatoire d'emploi à la Caisse primaire d'assurance maladie et à l'inspection du travail ; tableau n° 9.

## 6. Surveillance médicale spéciale

- Arrêté du 11 juillet 1977 (JO du 24 juillet 1977) fixant la liste des travaux nécessitant une surveillance médicale spéciale et circulaire du 29 avril 1980 (non parue au JO).

## 7. Classification et étiquetage

### a) des **biphényles chlorés** (PCB) :

- Arrêté du 4 août 2005 (JO du 11 août 2005) modifiant l'arrêté du 20 avril 1994, qui prévoit la classification suivante :  
Nocif, R 33  
Dangereux pour l'environnement, R 50/53

### b) des **préparations** contenant des PCB :

- Arrêté du 9 novembre 2004 (JO du 18 novembre 2004). Des limites spécifiques de concentration sont fixées à l'annexe 1 des substances dangereuses.

### c) des **appareils** contenant des PCB :

- Arrêté du 9 septembre 1987 (voir *Protection de l'environnement*).

## 8. Dispositions particulières, limitation d'emploi

- Arrêté du 8 juillet 1975 (JO du 26 juillet 1975) modifié relatif aux conditions d'emploi des polychlorobiphényles.
- Circulaire DRT n° 86-4 du 14 mars 1986 relative aux risques présentés par le pyralène et ses produits de décomposition (non parue au JO).
- Décret n° 87-59 du 2 février 1987 modifié relatif à la mise sur le marché, à l'utilisation et à l'élimination des polychlorobiphényles et des polychloroterphényles.
- Voir aussi paragraphe *Protection de l'environnement*.

## PROTECTION DE LA POPULATION

- Article L. 5132.2, articles R. 5132-43 à R. 5132-73, articles R.1342-1 à R.1342-12 du Code de la santé publique :
  - étiquetage (cf. 7).

## PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

- Installations classées pour la protection de l'environnement, Paris, imprimerie des Journaux officiels, brochure n° 1001 :
  - n° 1180 : polychlorobiphényles, polychloroterphényles.
- **Limitation d'emploi, élimination :**
  - Arrêté du 8 juillet 1975 (JO du 26 juillet 1975) modifié relatif aux conditions d'emploi des polychlorobiphényles.
  - Décret n° 87-59 du 2 février 1987 modifié notamment par le décret 2001-63 du 18 janvier 2001, relatif à la mise sur le marché, à l'utilisation et à l'élimination des polychlorobiphényles et des polychloroterphényles.
  - Arrêté du 9 septembre 1987 relatif à l'utilisation des polychlorobiphényles (étiquetage des appareils).
  - Arrêté du 23 octobre 2001 (JO du 1<sup>er</sup> novembre 2001) et arrêté du 26 février 2003 (JO du 26 mars 2003) relatifs au plan national de décontamination et d'élimination des appareils contenant des PCB et PCT.

## TRANSPORT

Se reporter éventuellement aux règlements suivants.

### 1. Transport terrestre national et international (route, chemin de fer, voie de navigation intérieure)

- ADR, RID, ADN : diphényles polychlorés  
N° ONU : 2315  
Classe : 9  
Groupe d'emballage : II

### 2. Transport par air

- IATA

### 3. Transport par mer

- IMDG

## RECOMMANDATIONS

### I. AU POINT DE VUE TECHNIQUE [16, 18 à 20]

- Le personnel sera instruit des risques présentés par les PCB et leurs produits de dégradation thermique, des précautions à observer et des mesures à prendre en cas d'accident.
- Les installations mettant en œuvre des PCB (stockage, emploi, élimination...) seront conformes aux prescriptions réglementaires basées sur trois principes essentiels :
  - protection contre les écoulements vers l'environnement, nécessitant des dispositifs de rétention efficaces ;
  - protection des appareils contre les anomalies internes électriques ;
  - protection contre les risques externes d'incendie, notamment éloignement des matières inflammables.
- Éviter tout contact avec les PCB : porter des gants et, s'il y a risque d'éclaboussures ou de déversement, des vêtements protecteurs, des bottes et des lunettes de sécurité. On utilisera des équipements à usage unique en caoutchouc nitrile ou polychloroprène. Les gants en élastomère fluoré sont également très résistants au contact des PCB.
- Assurer une bonne ventilation des locaux.
- En raison des risques de décomposition (émission de chlorure d'hydrogène), interdire l'emploi de chalumeaux ou d'outillages producteurs d'arcs électriques au contact des PCB.
- Observer une hygiène corporelle très stricte : passage à la douche, changement de vêtements après le travail...
- Il sera interdit de fumer et d'introduire des aliments et des boissons dans les locaux de travail.
- La conduite à tenir en cas d'accident sera fonction du type d'accident et de sa gravité. Les intervenants seront munis d'un équipement de protection adapté.
- Tout rejet de PCB ou de liquide en contenant (en particulier les eaux de lavage de récipient) est interdit.
- Les déchets de PCB, les appareils hors d'usage en contenant ainsi que tous les objets ou matériaux contaminés seront transférés et éliminés dans une installation dûment autorisée à cet effet, conformément aux dispositions réglementaires.

## II. AU POINT DE VUE MÉDICAL [11 à 17]

- À l'embauchage :
  - l'interrogatoire recherchera une atteinte hépatique, dermatologique ou neuropsychiatrique chronique ; il est important de noter l'existence d'un éthylysme ou la prise de certains médicaments pouvant influencer sur le métabolisme hépatique ;
  - l'examen clinique doit surtout porter sur la recherche d'anomalies cutanées et de troubles neurologiques objectifs (anomalie des réflexes ostéo-tendineux, atteinte des différents modes de la sensibilité). La hauteur du foie sera appréciée et la pression artérielle sera vérifiée en position allongée et debout ;
  - les examens complémentaires devraient comprendre une numération formule sanguine, un dosage des enzymes hépatiques (ASAT, ALAT) ainsi que de l'activité de la  $\gamma$ -GT, un bilan du métabolisme lipidique par dosage du cholestérol et des triglycérides.
- Aux visites systématiques, dont la fréquence sera déterminée en fonction de la fréquence de l'exposition et de son importance :
  - l'interrogatoire doit être aussi peu directif que possible, la symptomatologie habituellement rencontrée étant essentiellement subjective (céphalée, asthénie, troubles du sommeil...);
  - l'examen clinique et les examens complémentaires seront répétés une fois par an sauf problème noté auparavant. Ils peuvent comprendre les éléments étudiés lors de l'embauchage ;
  - en cas d'anomalie neurologique, on demandera la réalisation d'un examen électromyographique en insistant

surtout sur l'étude des vitesses de conduction motrice et sensitive des quatre membres ;  
– un suivi des taux de PCB dans le sang serait souhaitable mais la réalisation délicate et le coût de cette analyse rendent cette exigence peu réaliste.

■ En cas de projections cutanées ou oculaires, laver immédiatement et abondamment à l'eau. Retirer les vêtements souillés. Consulter un médecin si la contamination est importante.

■ En cas d'ingestion, tenter de faire vomir si le sujet est parfaitement conscient. Administrer du charbon médical activé et transférer en milieu hospitalier où pourront être entrepris un lavage gastrique éventuel et un traitement symptomatique.

■ Après une exposition accidentelle aiguë aux PCB par contact cutané important ou par ingestion, un examen médical doit être réalisé rapidement afin de faire le point des anomalies apparues et de guider la surveillance ultérieure ; en plus des analyses proposées habituellement, il est raisonnable de prélever un échantillon de sang pour un dosage éventuel des PCB. Un dosage des porphyrines urinaires doit être également réalisé.

■ En cas d'exposition aux produits de dégradation thermique des PCB, on recherchera des signes d'intolérance immédiats (irritation de la peau, des yeux ou du tractus respiratoire, céphalée, troubles digestifs). L'examen clinique portera sur l'étude de la peau et des muqueuses oculaires et respiratoires. Les examens complémentaires suivants seront demandés : NFS, bilan hépatique, dosage de la  $\gamma$ -GT, radiographie pulmonaire et éventuellement épreuves fonctionnelles respiratoires.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Kimbrough RD – Halogenated biphenyls, terphenyls, naphthalenes, dibenzodioxins and related compounds. Amsterdam : Elsevier/North-Holland Biomedical Press ; 1980.
2. Criteria for a recommended standard... occupational exposure to polychlorinated biphenyls (PCBs). Cincinnati : US Department of health, education and welfare (NIOSH) ; 1977.
3. Weiss A – Sind Askarele vom Typ der polychlorierten Biphenyle im Brandfall eine Gefahr? Der Maschinenschaden, vol. 56, n° 1. 1983 : 9-13 (Traduction INRS 36-83 : Les askarels du type biphényles polychlorés constituent-ils un danger en cas d'incendie?).
4. KIRK-OTHMER – Encyclopedia of chemical technology, 3e éd., vol. 5. New York : John Wiley ; 1979 : 844-848.
5. Swanson SE, Erickson MD, Moody L – Products of thermal degradation of dielectric fluids. Washington : EPA ; mai 1985.
6. DFG, Analyses of Hazardous Substances in Air, Chlorinated biphenyls. Wiley-VCH, Volume 2 ; 1993.
7. NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), 4e éd. Cincinnati, Ohio ; 1994, Méthode 5503 – Polychlorobiphenyls. Consultable sur le site <http://www.cdc.gov/niosh/nmam>.
8. IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to man. Lyon : International agency for research on cancer ; 1978 : 43-103 ; 1982 : suppl 4 : 217-219.
9. Clayton GD, Clayton FE – Patty's industrial hygiene and toxicology. New York : John Wiley ; 1981, vol. 2-B : 3645-3669.
10. Fishbein L – Potential industrial carcinogens and mutagens. Amsterdam : Elsevier ; 1979 : 286-294.
11. Lauwerys RR – Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles. Paris : Masson ; 1982 : 208-209.
12. Sittig M – Handbook of toxic and hazardous chemicals. Park Ridge : Noyes Publications ; 1981 : 560-562.
13. Occupational health guideline for chlorodiphenyl (42% chlorine) ; occupational health guideline for chlorodiphenyl (54% chlorine). Cincinnati : NIOSH/OSHA ; 1978.
14. Dally S et coll. – Évaluation des risques pour la santé lors de l'exposition aux produits de combustion des polychlorobiphényles. Documents pour le médecin du travail, 1986 ; 27 : 211-217.
15. Current Intelligence Bulletin 45. Polychlorinated biphenyls (PCB's) : potential health hazard from electrical equipment fires or failures. Cincinnati : NIOSH ; 1986.
16. PCB. Seminar proceedings. Scheveningen, La Haye : ministry of housing, physical planning and environment ; 28 et 30 septembre 1983.
17. PCBs : US Symposium, Finland-US Symposium – US department of health and human services. Environmental health perspectives, mai 1985, vol. 60.
18. Reynier M, Gilet JC, Falcy M – PCB : risques, prévention, remplacement. Cahiers de notes documentaires ; 1987, 126, ND 1612 : 15-32.
19. Stampfer JF et coll. – Permeation of polychlorinated biphenyls and solutions of these substances through selected protective clothing materials. *Am. Ind. Hyg. Ass. J.* 1984 ; 45, 9 : 634-641.
20. Les transformateurs aux PCB. Réglementation. Paris : ministère de l'Environnement, Direction de la prévention des pollutions, service de l'environnement industriel ; 1986.



Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles  
30, rue Olivier-Noyer 75680 Paris cedex 14 • Tél. 01 40 44 30 00 • Fax 01 40 44 30 99 • Internet : [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr) • e-mail : [info@inrs.fr](mailto:info@inrs.fr)