

Tétrachloroéthylène

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

(N. Bonnard, M.T. Brondeau, M. Falcy, J.C. Protois, O. Schneider, P. Serre)

Formule

$\text{Cl}_2\text{C} = \text{CCl}_2$

Numéro CAS

N° 127-18-4

Numéro CE (EINECS)



N° 204-825-9

Numéro INDEX

N° 602-028-00-4

Synonymes

Perchloroéthylène
Tétrachloroéthène

	
Xn - Nocif	N - Dangereux pour l'environnement
TÉTRACHLOROÉTHYLÈNE	
R 40	— Effet cancérigène suspecté — preuves insuffisantes.
R 51/53	— Toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.
S 23	— Ne pas respirer les gaz/fumées, vapeurs, aérosols [terme(s) approprié(s) à indiquer par le fabricant].
S 36/37	— Porter un vêtement de protection et des gants appropriés.
S 61	— Éviter le rejet dans l'environnement. Consulter les instructions spéciales/ la fiche de données de sécurité.
204-825-9 — Étiquetage CE.	

Caractéristiques

Utilisations [1 à 3]

- Nettoyage à sec des vêtements ;
- Dégraissage et nettoyage de pièces métalliques ;
- Finissage des textiles ;
- Extraction des huiles et graisses ;
- Intermédiaire de synthèse ;
- Diluant pour peintures et vernis...

Propriétés physiques [1 à 5]

Le tétrachloroéthylène est un liquide incolore, volatil, d'odeur caractéristique rappelant celle du trichlorométhane. Il est pratiquement insoluble dans l'eau (0,015 g dans 100 g d'eau à 25 °C) mais miscible dans la plupart des solvants organiques. En outre, le tétrachloroéthylène dissout un grand nombre de substances telles que graisses, huiles, résines...

Ses principales caractéristiques physiques sont les suivantes :

Masse molaire : 165,85

Point de fusion : - 22,7 °C à - 22 °C

Point d'ébullition : 121,2 °C à la pression atmosphérique

Densité (D_4^{20}) : 1,623

Densité de vapeur (air = 1) : 5,8

Tensions de vapeur : 1,9 kPa à 20 °C

5,466 kPa à 40 °C

30,13 kPa à 80 °C

58,46 kPa à 100 °C

Taux d'évaporation : 8,1 (oxyde de diéthyle = 1)

Coefficient de partage (n-octanol/eau) :

$\log P_{ow} = 2,53$.

A 25 °C et 101,3 kPa, 1 ppm = 6,78 mg/m³

Propriétés chimiques

[2, 4, 6 à 10]

Le tétrachloroéthylène commercial est stabilisé par addition d'anti-oxydants qui préviennent sa dégradation en présence d'air, d'humidité et de lumière jusqu'à environ 140 °C.

Toutefois, non stabilisé et en présence d'humidité, il s'hydrolyse lentement pour former de l'acide trichloroacétique et de l'acide chlorhydrique pouvant entraîner une corrosion des surfaces métalliques.

La décomposition thermique du solvant en présence d'oxygène peut donner naissance à du chlore, du monoxyde et du dioxyde de carbone, du dichlorure de carbonyle, du tétrachlorométhane, de l'hexachloroéthane et de l'hexachlorobutadiène ; elle est presque totale vers 850 °C.

Sous l'action de radiations ultraviolettes intenses, l'oxydation de vapeurs de tétrachloroéthylène produit également du chlorure de trichloroacétyle.

Le tétrachloroéthylène peut réagir violemment avec les métaux alcalins ou alcalino-terreux et avec les produits fortement alcalins comme la soude et la potasse. Il peut également réagir violemment avec l'aluminium.

Les récipients en acier galvanisé ou en acier doux équipés de dessécheur d'air.

Récipients de stockage [2, 4, 6]

L'utilisation de l'aluminium est déconseillée.

Valeurs limites d'exposition professionnelle

Des valeurs limites indicatives de moyenne d'exposition pondérée (8 heures par jour ; 40 heures par semaine) et des valeurs limites indicatives d'exposition à court terme (15 min au maximum) dans l'air des locaux de travail ont été établies pour le tétrachloroéthylène :

• France :
50 ppm soit 335 mg/m³ (VME) ;

• États-Unis (ACGIH) :
25 ppm (TLV-TWA)
100 ppm (TLV-STEL)

Méthodes de détection et de détermination dans l'air

[23 à 25]

- Appareils à réponse instantanée :
 - DRAEGER équipé de tubes réactifs tétrachloroéthylène : 0,1/a ; 2/a ; 10/b ; 50/A
 - MSA équipé de tubes : PR 840 ; PR 819
 - GASTEC équipé de tubes : 133 HA ; 133 M ; 133 L ; 133 LL

- Prélèvement par pompage de l'atmosphère sur tube de charbon actif ou par diffusion passive (badge) ; désorption par disulfure de carbone, dosage par chromatographie en phase gazeuse, détection par ionisation de flamme.

Risques

Risques d'incendie [4, 7]

Dans les conditions normales d'utilisation, le tétrachloroéthylène peut être considéré comme ininflammable et inexplorable.

En cas d'incendie, les agents d'extinction préconisés sont les suivants : poudre chimique, neige carbonique, mousse, brouillard d'eau.

En raison de la toxicité des produits émis lors de la combustion du tétrachloroéthylène, les intervenants, qualifiés, seront équipés d'appareils de protection respiratoire isolants autonomes.

Refroidir par un brouillard d'eau les fûts exposés ou ayant été exposés au feu.

Pathologie - Toxicologie

Toxicocinétique - Métabolisme [12]

Le tétrachloroéthylène pénètre préférentiellement par les voies respiratoires où l'absorption est rapide ; il est également bien absorbé par le tractus gastro-intestinal et, sous forme liquide, par la peau. Il s'accumule dans les tissus riches en lipides, est très peu métabolisé puis excrété, quelle que soit la voie d'exposition, essentiellement sous forme inchangée, par les poumons ; une faible excrétion urinaire et fécale de divers métabolites a été montrée chez l'homme comme chez l'animal.

Absorption

Le tétrachloroéthylène est bien absorbé par inhalation, par voie orale et par exposition cutanée directe (sous forme liquide).

Le taux d'absorption pulmonaire dépend de la fréquence respiratoire, de la durée de l'exposition (baisse à 75 % de la valeur initiale après 4 heures d'exposition chez l'homme) et de la

concentration dans l'air inspiré quand elle est faible. Chez le rat, l'absorption est fonction de la concentration entre 10 et 600 ppm ; elle est constante après 20 min d'exposition et atteint 40 % à 500 ppm.

L'absorption par voie digestive est rapide chez l'animal, (pic sanguin après 20-40 min chez le rat et 15-30 min chez le chien) et pratiquement complète. Chez l'homme, elle n'a pas été quantifiée mais une concentration de 21,5 µg/ml de tétrachloroéthylène a été mesurée dans le sang d'un enfant 1 heure après ingestion d'environ 12 à 16 g.

L'absorption cutanée de vapeurs est minime en comparaison de l'absorption pulmonaire (1% chez l'homme après 3,5 heures d'exposition à 600 ppm et < 10 % chez le rat exposé à 12500 ppm). En revanche, le tétrachloroéthylène sous forme liquide est bien absorbé par la peau.

Chez l'homme, un pic de concentration dans l'air expiré est atteint 40 min après avoir trempé le pouce dans du tétrachloroéthylène ; chez le rat, le pic sanguin est atteint après 30 min d'exposition. Le taux d'absorption, *in vivo* chez la souris, est de 0,24 mg/cm²/h et, *in vitro*, de 0,05 mg/cm²/h à travers la peau de rat et 0,018 mg/cm²/h à travers la peau humaine [13].

Distribution

Le tétrachloroéthylène est une substance lipophile, il se distribue préférentiellement dans le tissu adipeux et le lait ; il a aussi été détecté dans le foie, les reins, le cerveau et les poumons d'un homme décédé des suites d'une forte exposition. Chez le rat, après exposition par inhalation à 200 ppm pendant 2 heures, le tétrachloroéthylène est beaucoup plus concentré dans la graisse (surtout autour des reins) que dans le sang ; les demi-vies vont de 322 min dans le sang à 578 min dans la graisse. Dans les 15 premières minutes après une exposition orale (10 mg/kg), on trouve du tétrachloroéthylène dans le foie, les reins et le cerveau ; cependant, après 360 min, la plus forte concentration est dans le tissu adipeux.

Le tétrachloroéthylène peut traverser le placenta et se distribuer dans le fœtus et le liquide amniotique.

Métabolisme

La figure 1 montre le schéma métabolique du tétrachloroéthylène.

Quelle que soit la voie d'exposition, seuls 1 à 3 % du tétrachloroéthylène absorbé sont métabolisés en acide trichloracétique (TCA) par l'homme ; ce taux est plus important chez les rongeurs, et particulièrement la souris. La transformation du tétrachloroéthylène en TCA est saturable :

- chez l'homme : le plateau d'excrétion des métabolites urinaires est atteint pour des expositions supérieures à 50 ppm ;

- chez le rat, les métabolites urinaires correspondent à 33 % d'une concentration d'exposition de 11,9 ppm, 14,6 % de 318 ppm et 11,3 % de 1146 ppm ;

- chez la souris, la quantité excrétée dans l'urine est 85 % pour une exposition à 11 ppm, 44 % pour 365 ppm et 26 % pour 1201 ppm. Il est ainsi probable que lors des essais de toxicité subaiguë ou chronique le seuil de saturation ne soit pas atteint dans cette espèce.

La valeur moyenne de métabolisation du tétrachloroéthylène a été évaluée à 144 nmoles/min/kg chez le rat, 710 chez la souris et 13 nmoles/min/kg chez l'homme.

Chez l'animal, d'autres métabolites que le TCA ont été identifiés parmi lesquels l'acide oxalique (18,7 et 6 % pour une exposition à 10 et 600 ppm chez le rat) et un conjugué *N*-acétylcystéine (plus important chez le rat que chez la souris et plus élevé après exposition par gavage que par inhalation) qui est mineur aux faibles doses et apparaît après saturation de la voie du cytochrome P 450.

Élimination

La voie primaire d'élimination du tétrachloroéthylène est l'air expiré quelle que soit la voie d'exposition. Chez l'homme 80 à 100 % du tétrachloroéthylène absorbé sont éliminés, inchangés, par expiration en 162 heures. Les demi-vies sont estimées à 12-16 heures dans les tissus vascularisés, 34-40 heures dans les muscles et 55 heures dans le tissu adipeux. L'excrétion urinaire de TCA représente moins de 2 % du tétrachloroéthylène absorbé ; elle est fonction de la concentration d'exposition jusqu'à 50 ppm ; la demi-vie biologique des métabolites urinaires est de 6 jours chez les personnes exposées professionnellement.

Chez l'animal, la voie d'excrétion et les métabolites sont fonction de l'espèce et de la concentration d'exposition. Le rat, selon la concentration d'exposition (10 ou 600 ppm, 6 heures), exhale respectivement 68 % ou 88 % de tétrachloroéthylène inchangé et 3,6 % de CO₂ ; 24 % ou 9 % de la dose absorbée sont excrétés sous forme de métabolites non volatils dans l'urine et les fèces et 3 à 4 % ou 2 % restent dans la carcasse après 72 heures. La souris excrète plus de métabolites urinaires que le rat dont 52 % de TCA et 11 % d'acide oxalique ; des traces d'acide dichloroacétique sont également émises.

Mode d'action

Les effets toxiques du tétrachloroéthylène sont liés à sa nature lipophile, en particulier, l'altération des taux de phospholipides et d'acides aminés cérébraux pourrait être responsable des effets neurotoxiques.

Contrairement aux effets neurotoxiques dus au tétrachloroéthylène lui-même, les effets hépatiques, chez les rongeurs, seraient imputables au TCA qui induit la prolifération des peroxyosomes menant à l'apparition de cancers. La voie métabolique menant au TCA est saturable et seule la souris a la capacité d'en produire suffisamment pour induire des tumeurs.

Les effets rénaux, observés chez le rat mâle uniquement, seraient imputables au conjugué TCVS activé par une β-lyase rénale et à la formation d'α₂-globuline spécifique.

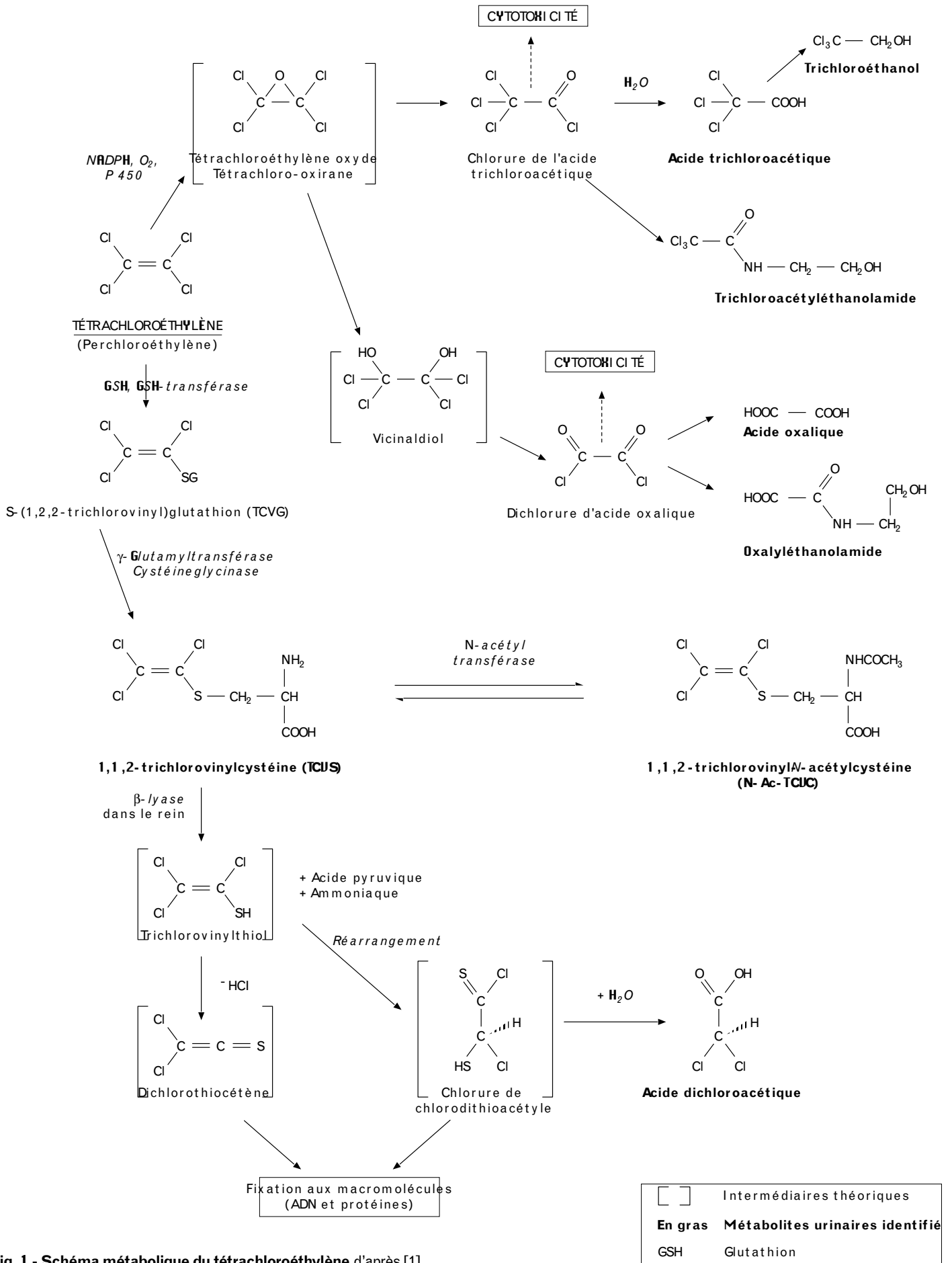


Fig. 1 - Schéma métabolique du tétrachloroéthylène d'après [1].

Toxicité expérimentale [12]

Aiguë

Le tétrachloroéthylène est faiblement toxique quelle que soit la voie d'exposition. La cible principale est le système nerveux central ; cet effet est accompagné d'une hépatotoxicité et/ou néphrotoxicité selon l'espèce.

La CL₅₀ par inhalation est comprise entre 3000 et 5200 ppm chez le rat et la souris, la DL₅₀ orale est de 3005-3835 mg/kg pour le rat et 8139 mg/kg pour la souris. La DL₅₀ cutanée est de 5000 mg/kg chez la souris et 10000 mg/kg chez le rat ; des lapins survivent à 3245 mg/kg appliqués sur la peau pendant 24 heures [11].

On observe principalement des signes traduisant une dépression du système nerveux central (hypotonie, somnolence, ataxie, tremblements, mort par perte de conscience et arrêt respiratoire). La toxicité hépatique est plus importante chez la souris (vacuolisation hépatocellulaire à partir de 200 ppm/4h et induction de la prolifération des peroxysomes à 1000 mg/kg par gavage pendant 10 jours) que chez le rat (augmentation de poids du foie et induction des enzymes du métabolisme des xénobiotiques à 1000 mg/kg par gavage pendant 5 jours). Une néphrotoxicité est observée chez le rat mâle (gouttelettes hyalines dans le tube proximal et induction de l' α 2u-globuline à 1000 mg/kg pendant 10 j) et le cobaye (augmentation de poids des reins et gonflement de l'épithélium tubulaire, 2500 ppm/7h, 18 expositions). Une sensibilisation cardiaque à l'effet arythmique de la noradrénaline est obtenue chez le lapin (5200 ppm, 1h) mais pas chez le chien (5000-10000 ppm, 10 min).

Le tétrachloroéthylène est un irritant du système respiratoire chez le chien (10000 ppm, 10 min) et chez la souris (300 ppm, 6 h/j pendant 5 j) avec dégénérescence de l'épithélium olfactif, mais pas chez le rat (10000 ppm, 25 min) où il provoque une augmentation de la fréquence respiratoire attribuée à un effet systémique sur le système nerveux central.

C'est un irritant sévère de la peau chez le lapin et le cobaye et un faible irritant oculaire pour le lapin, l'effet est réversible en 2 jours. Il n'est pas sensibilisant pour le cobaye.

Subchronique et chronique

Les organes cibles, après exposition prolongée au tétrachloroéthylène, sont, par voie orale, le foie et par inhalation, le système nerveux central, le foie et les reins.

Par voie orale, chez le rat (0-1400 mg/kg dans l'eau de boisson, 13 semaines), on note une augmentation du poids relatif du foie et des reins chez les mâles (à partir de 400 mg/kg) et les femelles (1400 mg/kg) sans modification macroscopique. Chez la souris (0-2000 mg/kg/j, gavage, 5 j/sem, 6 sem), l'augmentation de poids relatif du foie, fonction de la dose, apparaît à 100 mg/kg/j ; elle est accompagnée d'une accumulation de triglycérides.

Modification de l'activité des enzymes hépatiques et du contenu hépatique en ADN, ploïdie, dégénérescence et nécrose centrolobulaire apparaissent aux doses supérieures. Un NOAEL de 20 mg/kg/j a été établi chez la souris pour cet effet.

Des souris et des rats exposés par inhalation pendant 2 semaines (jusqu'à 1750 ppm) présentent dyspnée, hypoactivité et ataxie à la plus forte concentration ; de plus, hyperactivité, anesthésie et vacuolisation des hépatocytes sont observées chez les souris uniquement. Lors d'une exposition pendant 13 semaines, une hépatomégalie apparaît chez la souris à partir de 200 ppm, une infiltration leucocytaire légère, une nécrose centrolobulaire et une stase biliaire aux concentrations supérieures. Chez le rat (200-800 ppm) seule une légère congestion du foie a été observée. Chez le cobaye (200-400 ppm, 6-8 mois), l'effet hépatique est plus important : augmentation de poids, de la quantité de graisse et du taux de cholestérol estérifié, dégénérescence graisseuse centrolobulaire modérée avec légère cirrhose.

Des modifications histologiques du rein allant, selon la concentration, de l'augmentation de taille à la desquamation des cellules tubulaires, sans modification des paramètres urinaires, apparaissent chez le rat (230 et 470 ppm, 7 mois). Chez la souris (200 ppm) aucun effet rénal n'est noté pendant 8 semaines ; après 13 semaines d'exposition on observe une hypermégalie du noyau des cellules épithéliales tubaires.

Un NOEL de 100 ppm a été établi pour l'effet rénal sur la base de critères histologiques.

Le tétrachloroéthylène a un effet dépressif sur le système nerveux central du rat, du lapin et du cobaye après exposition à de fortes concentrations atmosphériques ; un NOEL de 400 ppm pendant 6 mois a été retenu pour ces espèces ainsi que pour le singe rhésus. Les effets sur le système nerveux central sont rapidement réversibles et une tolérance se développe lors d'expositions répétées.

Effet génotoxique

Le tétrachloroéthylène n'est pas génotoxique dans les tests pratiqués *in vitro* ou *in vivo* ; les quelques résultats douteux ont été obtenus avec une substance impure.

In vitro, le tétrachloroéthylène, liquide ou vapeur, n'est pas mutagène dans les tests pratiqués sur bactéries (*Salmonella typhimurium* et *Escherichia coli*), levures, cellules de lymphome de souris, avec ou sans activation métabolique. Il n'induit pas d'aberration chromosomique ni d'échange entre chromatides sœurs dans les cellules ovariennes de hamster chinois et ne provoque pas la synthèse non programmée de l'ADN dans les lymphocytes humains, les cellules humaines WI-38 en culture ou les hépatocytes de souris ou de rat ; il ne déclenche pas la transformation cellulaire des cellules BALB/c 3T3 ou BHK21/C13.

Des résultats faiblement positifs ou équivoques ont été obtenus dans quelques tests

avec du tétrachloroéthylène technique et commercial ; la présence de stabilisants mutagènes dans les échantillons testés peut en être la cause. Quelques résultats positifs ont été obtenus avec des concentrations toxiques pour l'organisme ou la cellule et aucun effet dose n'a été établi.

In vivo, la majorité des tests sont négatifs (mutation génique et lésion chromosomique chez la drosophile, et aberration chromosomique chez le rat et la souris, létalité dominante chez le rat, lésions non programmées de l'ADN dans les cellules rénales du rat et modification de la morphologie spermatique chez le rat, le hamster chinois et la souris) ; quelques résultats douteux sont obtenus avec des substances non pures.

Effet cancérogène

Le tétrachloroéthylène est essentiellement un cancérogène hépatique pour la souris, après exposition par voie orale ou inhalatoire ; il est faiblement tumorigène rénal pour le rat mâle et sanguin (leucémies) pour le rat des 2 sexes.

Par voie orale, le tétrachloroéthylène induit des carcinomes hépatocellulaires chez 40 à 65% des souris exposées (386-1072 mg/kg/j, 5 j/sem, 78 sem) et une néphropathie toxique chez 50 à 85% des rats (475 et 950 mg/kg/j, 5 j/sem, 78 sem) sans augmentation du taux de tumeurs.

Par inhalation il provoque l'apparition de carcinomes hépatocellulaires chez la souris des 2 sexes (200 ou 400 ppm, 6 h/j, 5 j/sem, 103 sem) et une augmentation, bien que statistiquement non significative, des adénomes et adénocarcinomes des cellules du tube rénal, uniquement chez le rat mâle (exposition identique à celle de la souris), ainsi qu'un accroissement significatif des mononucléoses chez le rat des 2 sexes.

Par voie cutanée, chez la souris (18 ou 54 mg sur la peau du dos, 3 fois/sem, au moins 440 j), il n'est ni inducteur ni initiateur (promotion par l'acétate de tétradécanylphorbol) de tumeur cutanée ou d'un autre site.

Mécanisme d'action des effets cancérogènes

Chez la souris, l'induction de tumeurs hépatiques serait imputable au métabolite du tétrachloroéthylène, l'acide trichloracétique (TCA) qui, lui-même, est un cancérogène hépatique chez les rongeurs. Le TCA est un inducteur de la prolifération des peroxysomes, mécanisme non génotoxique, commun à de nombreux cancérogènes hépatiques du rongeur. Les différences, entre les espèces, de métabolisme et de taux de formation du TCA, expliqueraient le manque de tumorigénicité hépatique dans d'autres espèces que la souris.

Les tumeurs rénales chez le rat pourraient être dues à une néphropathie chronique induite par l' α 2u-microglobuline. Ce mécanisme est spécifique du rat mâle et est induit à forte concentration.

Effets sur la reproduction

Le tétrachloroéthylène n'a pas d'effet sur la fertilité du rat ou de la souris ; il est foetotoxique à des doses toxiques pour les mères.

Il n'est pas observé d'effet sur la fertilité ou les performances reproductives du rat mâle ou femelle dans une expérience sur 2 générations (100-300-1000 ppm). À la plus forte concentration, le tétrachloroéthylène induit une baisse de la prise de poids des parents, des modifications histologiques rénales et une diminution de poids des testicules uniquement chez les parents de la 1^{re} génération. Le NOEL est de 1000 ppm pour la fertilité et 100 ppm pour la toxicité parentale.

De nombreuses études d'effet sur le développement ont été menées sur le rat, la souris, le lapin et le poulet ; des effets sont observés sur les fœtus à des doses toxiques pour les mères (souris 300 ppm, rat 500 ppm, baisse du poids fœtal, retard d'ossification, œdème sous cutané) et sur les nouveaux-nés (rat 900 ppm, diminution du taux d'acétylcholine et d'adrénaline).

Toxicité sur l'homme

Aiguë [1, 7, 15, 22]

Par inhalation, les intoxications aiguës se manifestent essentiellement par une dépression du système nerveux central de type anesthésique. L'effet narcotique est net après plusieurs minutes d'exposition à des concentrations de plus de 1000 ppm ; il se traduit par une ébriété et une somnolence. À très forte concentration, peut survenir un coma parfois accompagné de troubles respiratoires et d'arythmie cardiaque. Quelques cas d'hépatite (cytolytique infra clinique) et d'atteinte rénale ont été décrits. Certains cas mortels ont été décrits.

L'inhalation de concentrations atmosphériques moins élevées (100 à 1000 ppm) est à l'origine de céphalées, de sensations vertigineuses, de troubles de la coordination motrice, d'irritation oculaire et des voies aériennes supérieures (rhinite, irritation laryngo-pharyngée) et de nausées.

L'ingestion est marquée par l'apparition de troubles digestifs (nausées, vomissements, douleurs abdominales et diarrhées) et peut provoquer, outre une dépression du système nerveux central, une pneumopathie de déglutition avec toux et surinfections broncho-pulmonaires parfois gravissimes ; on peut observer des séquelles pulmonaires. Elle serait également responsable d'effets sur le foie (cytolyse) et les reins (protéinurie, hématurie). La réversibilité de ces troubles est le plus souvent obtenue, parfois après plusieurs mois, mais quelques cas mortels sont rapportés.

Des brûlures cutanées avec phlyctènes peuvent apparaître après un contact massif et prolongé avec ce solvant. Dans les mêmes circonstances des lésions oculaires graves peuvent être observées.

Chronique [7, 16, 17]

En cas d'exposition chronique, le tétrachloroéthylène partage avec les autres solvants chlorés les risques de dermatose orthoergique et d'irritation oculaire.

Bien que peu hépatotoxique pour des expositions répétées à faibles concentrations atmosphériques, il peut être responsable d'induction enzymatique, se traduisant notamment par une élévation modérée des γ -GT ou des anomalies de structure à l'échographie par ultra-sons.

Certaines études ont également pu mettre en évidence des affections respiratoires, de l'estomac et du duodénum chez des sujets exposés au tétrachloroéthylène.

Sur le plan neurologique, l'exposition à 100 ppm pendant 7 heures entraîne des troubles d'équilibre, avec céphalées, discrète somnolence et difficultés d'élocution. Des phénomènes d'accoutumance peuvent s'observer.

Enfin le tétrachloroéthylène ainsi que de multiples solvants organiques peuvent entraîner à long terme des troubles psychiques se traduisant par un défaut de concentration, des troubles de mémoire, des altérations de l'humeur. Ce syndrome psycho-organique, qui peut évoluer vers un état démentiel, doit faire l'objet d'un diagnostic étiologique différentiel.

Mutagenèse [21]

La fréquence des échanges de chromatides sœurs n'est pas augmentée dans les lymphocytes d'un nombre restreint de travailleurs (fumeurs ou non fumeurs) exposés à des concentrations de tétrachloroéthylène en moyenne de 10 ppm. [18]

Cancérogénèse [21]

En 1995 le CIRC a classé le tétrachloroéthylène comme cancérogène probable chez l'homme (Groupe 2A) en se basant sur les résultats de cinq études de cohorte dont deux concernaient des sujets exposés uniquement au tétrachloroéthylène, dans une troisième l'exposition était prépondérante et dans les deux dernières l'exposition aux produits chimiques était plus variée. Une augmentation significative de cancers de l'œsophage ainsi que des tumeurs cervicales et des lymphomes non-hodgkiniens est notée selon les études. Toutefois les facteurs de confusion (tabac, alcool, facteurs psychosociaux) n'ont pas été pris en compte dans ces études, ce qui limite la portée de ces résultats.

L'une des études publiées aux USA et impliquant du personnel de nettoyage à sec a été actualisée en 2001. Avec les nouveaux cas plusieurs sites de cancers apparaissent significativement augmentés : langue, vessie, œsophage, intestin (sauf rectum) poumons et cervical. [14]

Effets sur la reproduction [20]

Cinq études ont été consacrées au risque d'avortement chez les salariées de blanchisseries et d'entreprises de nettoyage à sec où le tétrachloroéthylène est le principal polluant

chimique mais où d'autres nuisances sont également retrouvées (port de charges, chaleur, postures...). Deux de ces études sont négatives alors que les trois autres réalisées dans les pays nordiques et en Angleterre montrent un risque significatif de fausses couches dans ces professions. Le rôle spécifique du tétrachloroéthylène dans ces pathologies ne peut être évalué.

Il n'y a pas d'excès de malformations décrit chez des femmes ayant été exposées au tétrachloroéthylène durant leur grossesse.

Réglementation

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 (décret n° 2003-1254 du 23 décembre 2003 – *J.O.* du 28 décembre 2003).

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 *J.O.*).

- Arrêtés des 8 et 9 octobre 1987 (*J.O.* du 22 octobre 1987) et du 24 décembre 1993 (*J.O.* du 29 décembre 1993) relatifs aux contrôles des installations.

3° Valeurs limites d'exposition

Circulaire du ministère du Travail du 1^{er} décembre 1983 (non parue au *J.O.*) complétant et modifiant la circulaire du ministère du Travail du 19 juillet 1982 (non parue au *J.O.*).

4° Maladies de caractère professionnel

Articles L. 461-6 et D. 461-1 et son 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° 12.

6° Surveillance du personnel

Circulaire du ministère du Travail du 2 mai 1985 (non parue au *J.O.*) relative aux missions

du médecin du travail à l'égard des salariées en état de grossesse.

7° Surveillance médicale spéciale

Arrêté du 11 juillet 1977 (*J.O.* du 24 juillet 1977) fixant la liste des travaux nécessitant une surveillance médicale spéciale (travaux comportant la préparation, l'emploi, la manipulation ou l'exposition au tétrachloroéthylène) et circulaire du 29 avril 1980 (non parue au *J.O.*).

8° Classification et étiquetage

a) du tétrachloroéthylène **pur** :

Arrêté du 8 juin 1998 (*J.O.* du 3 juillet 1998) modifiant l'arrêté du 20 avril 1994 (*J.O.* du 8 mai 1994) qui prévoit la classification suivante :

Cancérogène cat. 3, R40

Dangereux pour l'environnement, R 51/53

Une proposition de nouvelle classification du tétrachloroéthylène est en cours de discussion au niveau de l'Union européenne (consultable sur le site du Bureau Européen des Substances Chimiques : <http://ecb.jrc.it/classification-labelling/>) :

- un consensus a été obtenu pour un classement des effets toxicologiques sur les points suivants :

Cancérogène cat.3, R40

Irritant, R38

R67

- concernant la toxicité sur le développement, l'opportunité d'un classement toxique pour la reproduction Cat 2 ; R61 ou Cat 3 ; R63 a été discutée ; à ce jour, aucun accord sur ce point n'a pu être trouvé entre les différents Etats membres de l'Union européenne.

b) des **préparations** contenant du tétrachloroéthylène :

Arrêté du 21 février 1990 modifié (*J.O.* du 24 mars 1990) ; des limites de concentration sont fixées à l'annexe I de l'arrêté du 20 avril 1994 modifié.

8° Entreprises extérieures

Arrêté du 19 mars 1993 (*J.O.* du 27 mars 1993) fixant en application de l'article R. 237-8 du Code du travail la liste des travaux dangereux pour lesquels il est établi par écrit un plan de prévention.

Protection de l'environnement

Installations classées pour la protection de l'environnement, Paris, Imprimerie des Journaux Officiels, brochure n° 1001.

- n° 1174 : Organohalogénés, organophosphorés, organostanniques (fabrication industrielle de substances) ;

- n° 1185 : Chlorofluorocarbures, halons et

autres carbures et hydrocarbures halogénés (emploi, à l'exclusion du nettoyage à sec de produits textiles et du dégraissage de métaux).

Protection de la population

Décret du 29 décembre 1988 relatif aux substances et préparations vénéneuses (articles R. 5149 à R. 5170 du Code de la santé publique) et circulaire du 2 septembre 1990 (*J.O.* du 13 octobre 1990) :

- étiquetage (cf. 8°).

Transport

Se reporter aux règlements suivants :

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

ADR, RID, ADN R : le tétrachloroéthylène est à déclarer « 1897- Tétrachloréthylène ».

N° ONU : 1897

Classe : 6.1

Groupe d'emballage : III

2° Transport par air

- IATA.

3° Transport par mer

- IMDG.

Recommandations

I - Au point de vue technique

Stockage

■ Stocker le tétrachloroéthylène dans des locaux frais et bien ventilés, à l'abri des rayons du soleil et de toute source de chaleur ou d'ignition (flammes, étincelles...), à l'abri de l'humidité et à l'écart des produits incompatibles (bases fortes, agents oxydants...).

■ Le sol de ces locaux sera imperméable et formera cuvette de rétention, afin qu'en cas de déversement accidentel le liquide ne puisse se répandre au-dehors.

■ Fermer soigneusement les récipients et les étiqueter correctement. Reproduire l'étiquette en cas de fractionnement des emballages.

■ Mettre le matériel électrique, éclairage compris, en conformité avec la réglementation en vigueur.

■ Prendre toutes dispositions pour éviter l'ac-

cumulation d'électricité statique.

■ Prévoir, à proximité immédiate des locaux, des équipements de protection individuelle et des appareils de protection respiratoire autonomes isolants pour intervention d'urgence.

Manipulation

Les prescriptions relatives aux zones de stockage sont applicables aux ateliers où est utilisé le tétrachloroéthylène.

En outre :

■ Instruire le personnel des risques présentés par le produit, des précautions à observer et des mesures à prendre en cas d'accident.

■ Réduire l'utilisation du tétrachloroéthylène (lorsqu'elle est susceptible de conduire à une exposition) en le remplaçant, quand cela est techniquement possible, par une substance, une préparation ou un procédé non ou moins dangereux pour la santé des travailleurs (dans ses conditions d'emploi).

■ Empêcher l'inhalation de vapeurs ou de brouillards. Effectuer en appareil clos (équipé d'un système de condensation fonctionnant avec un groupe frigorigène) toutes opérations industrielles. Prévoir également des appareils de protection respiratoire pour certains travaux de courte durée, à caractère exceptionnel ou pour des interventions d'urgence. Dans les entreprises de nettoyage à sec, autrement appelées « pressing » ou « teinturerie », où le tétrachloroéthylène est majoritairement employé, il conviendra de mettre en place une ventilation garantissant l'assainissement de l'air dans tout le local ; il conviendra également d'utiliser des machines en bon état de marche et correctement entretenues [27].

■ Ne pas utiliser le tétrachloroéthylène à proximité d'un poste de soudage ou en présence de flammes.

■ Faire effectuer régulièrement des contrôles d'atmosphère destinés à vérifier le respect des valeurs limites.

■ Empêcher le contact du produit avec la peau et les yeux. Mettre à la disposition du personnel des vêtements de protection, des gants (alcool polyvinylique (PVA), Viton®, Téflon® ; proscrire les gants en latex, caoutchouc butyle ou néoprène, polyéthylène) [26] et des lunettes de sécurité. Ces effets seront maintenus en bon état et nettoyés après chaque usage.

■ Prévoir l'installation de douches et de fontaines oculaires.

■ Ne pas fumer, boire ou manger dans les ateliers. Observer une hygiène corporelle et vestimentaire très stricte : passage à la douche, lavage soigneux des mains après manipulation et changement de vêtement après le travail, rangement séparé des vêtements de ville et des

vêtements de travail. L'employeur assurera l'entretien et le lavage fréquent des vêtements de travail qui devront rester dans l'entreprise.

- Ne jamais procéder à des travaux sur ou dans des cuves et réservoirs contenant ou ayant contenu du tétrachloroéthylène sans prendre les précautions d'usage [28].

- En cas de fuite ou de déversement accidentel, récupérer immédiatement le produit après l'avoir recouvert de matériau absorbant (terre, sable, autre matière inerte,...). Laver ensuite à grande eau la surface ayant été souillée.

Si le déversement est important, supprimer toute source potentielle d'ignition, aérer la zone, évacuer le personnel en ne faisant intervenir que des opérateurs entraînés munis d'un équipement de protection approprié.

Ne pas rejeter à l'égout ou dans le milieu naturel les eaux polluées par le tétrachloroéthylène.

- Conserver les déchets dans des récipients spécialement prévus à cet effet et les éliminer dans les conditions autorisées par la réglementation.

II - Au point de vue médical

- A l'embauchage, rechercher les sujets présentant une dermatose chronique et ceux atteints de lésions hépatiques chroniques.

- Une évaluation de la fonction hépatique (γ -GT et aminotransférases) peut être envisagée si le médecin le juge utile.

- Certaines prises médicamenteuses (certains anxiolytiques en particulier) potentialisant les effets neurologiques d'une part, et l'exposition répétée à de nombreux solvants organiques, pouvant être à l'origine de troubles neuropsychiques (irritabilité, mémoire...) d'autre part, il en sera tenu compte au cours des visites médicales.

- Le médecin du travail avertira les femmes en âge de procréer du danger de fausses couches en cas d'exposition élevée au tétrachloroéthylène. Il leur rappellera l'importance du respect des mesures de prévention et les informera de la nécessité de l'avertir dès le début de la grossesse.

- L'imprégnation par le tétrachloroéthylène peut être évaluée par le dosage de plusieurs indicateurs biologiques. Le dosage du tétrachloroéthylène sanguin en début de poste est un bon reflet de l'exposition de la semaine précédente, la valeur-guide utilisable en France est de 1 mg/l. [19]

- En cas de contact cutané, laver la peau à grande eau, immédiatement et pendant 15 minutes ; retirer en même temps les vêtements souillés ou suspectés de l'être. Ils ne seront

réutilisés qu'après avoir été décontaminés. Consulter un médecin s'il apparaît des lésions cutanées ou si la contamination est étendue ou prolongée.

- En cas de projection oculaire, laver immédiatement et abondamment à grande eau pendant 15 minutes au moins, paupières bien écartées. S'il apparaît une douleur, une rougeur et un œdème locaux ou une gêne visuelle, consulter un ophtalmologiste.

- En cas d'ingestion ne pas provoquer de vomissements et faire absorber du charbon médical activé.

BIBLIOGRAPHIE

[1] TETRACHLOROETHYLENE. In: Base de données IUCLID, Commission of the European Communities, 2000. Disponible sur le site Internet : <http://ecb.jrc.it>

[2] KIRK-OTHMER - Encyclopedia of Chemical Technology, 4^e éd., Vol. 6. New York, John Wiley and Sons, 1993, pp. 50-59.

[3] RICHARD J. LEWIS - Hawley's Condensed Chemical Dictionary, 14^e éd. New York, John Wiley and Sons, 2001, p. 847.

[4] TETRACHLOROETHYLENE. In : base de données STN Easy. Consultable sur le site Internet : <http://stneasy.fiz-karlsruhe.de>

[5] BUS J.-S. - UNSATURATED HALOGENATED HYDROCARBONS. In : Patty's Toxicology. 5th ed., Bingham E (ed), Corhssen B (ed), Powell CH (ed). New York, 2001, John Wiley and Sons, vol. 5, pp. 273-297.

[6] TETRACHLOROETHYLENE - International Chemical Safety Cards. ICSC 0076. WHO/IPCS/ILO, 1999. Consultable sur le site Internet <http://www.cdc.gov/niosh/ipcsnfrn>.

[7] TETRACHLOROETHYLENE - In: Base de données HSDB. Hamilton, Centre canadien d'hygiène et de sécurité, 2003.

[8] MARTEL B. - Guide d'analyse du risque chimique. Paris, Dunod, 1997, 493 p.

[9] MARGOSSIAN N., LIMASSET J.-C. - Contribution à l'étude de dégradation thermique de quelques solvants chlorés industriels. Cahiers de notes documentaires, 1972, 67, ND 787, pp. 165-175 ; 1973, 70, ND 825, pp. 11-22.

[10] MARGOSSIAN N., LIMASSET J.-C. - Substances toxiques formées par décomposition photochimique de solvants chlorés lors du soudage à l'arc. Cahiers de notes documentaires, 1974, 75, ND 897, pp. 219-228.

[11] TETRACHLOROETHYLENE CAS n° 127-18-4. Joint assessment of commodity chemicals n°39. ECETOX, Bruxelles, European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals, 1999.

[12] Toxicological profile for tetrachloroethylene (PERC). Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, 1997. Disponible sur le site Internet : www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles

[13] NAKAI J.-S. et coll. - Penetration of chloroform, trichloroethylene, and tetrachloroethylene through human skin. Journal of Toxicology and Environmental Health A., 1999, 15; 58(3), pp. 157-170.

[14] RUDER A.-M., WARD E.-M., BROWN D.-P. -

- En cas d'inhalation massive, retirer le sujet de la zone polluée après avoir pris toutes les précautions nécessaires pour les intervenants.

- Dans ces deux derniers cas, si elle est inconsciente, maintenir la victime au repos et en position latérale de sécurité. Mettre en œuvre, s'il y a lieu, une assistance respiratoire et transférer dès que possible en milieu hospitalier à l'aide des organismes de secours d'urgence.

Mortality in dry-cleaning workers: An update. *AJIM*, 2001, 39, pp. 121-132

[15] GARNIER R., BEDOUIN J., PEPIN G. et GAILLARD Y. - Coin-operated dry cleaning machines may be responsible for acute tetrachloroethylene poisoning: report of 26 cases including one death. *Journal Toxicol. Clin. Toxicol*, 1996, 34(2) pp. 191-197.

[16] GENNARI P., NALDI M., MOTTA R., NUCCI M.-C., GIACOMINI C., VIOLANTE F.-S. et RFFAI G.-B. - Gamma-glutamyltransferase isoenzyme pattern in workers exposed to tetrachloroethylene. *AJIM*, 1992, 21 (5), pp. 661-671.

[17] BRODKIN C.-A., DANIELL W., CHECKOWAY H. et coll. - Hepatic ultrasonic changes in workers exposed to perchloroethylene. *Occupational Environmental of Medicine*, 1995, 52 (10), pp. 679-685.

[18] SEIJI K., JIN C., WATANABE T. et coll. - Sister chromatid exchanges in peripheral lymphocytes of workers exposed to benzene, trichloroethylene, or tetrachloroethylene, with reference to smoking habits. *Int Arch Occup Environ Health*, 1990, 62, pp. 171-176.

[19] PILLIERE F., CONSO F., Biotox Inventaire des laboratoires effectuant des dosages biologiques de toxiques industriels. Paris, INRS, ED 791, juin 2002.

[20] PAGÈS M., FALCY M. - Évaluation du risque solvants pour la grossesse. Document pour le médecin du travail, 1999, 80, TC 75

[21] TETRACHLOROETHYLENE - IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. 1995, vol. 63, pp. 159-221.

[22] CONSO F. - Dérivés halogénés des hydrocarbures in Bismuth - Toxicologie clinique 2000, Flammarion, p. 65.

[23] OSHA - Sampling and analytical methods, méthode n°1001, Mai 1999. *Occupational Safety and Health Administration*, Salt Lake City, Utah. Disponible sur le site : <http://www.osha-slc.gov>

[24] NIOSH manual of analytical methods, 4^e éd. Cincinnati, Ohio, NIOSH, 1994, méthodes 1003 et 3704 (CG portable, détection par photoionisation).

[25] Métrologie des polluants. Fiche C(Badge) et fiche 029 (Dérivés halogénés des hydrocarbures aliphatiques). Paris, INRS, CD-ROM, édition 2003 ou disponible sur le site Internet : <http://www.inrs.fr>

[26] FORSBERG K., MANSDORF S.Z. - Quick Selection Guide to Chemical Protective Clothing, 4^e éd. Hoboken, John Wiley and Sons, 2002, p. 80

[27] TONER J., GAISSET B. - Nettoyage à sec. Paris, CRRMIF, 2004, DTE 161, 36 p.

[28] Cuves et réservoirs - Recommandation CNAM R276 - INRS.

