

TETRACHLOROETHYLENE

Dernière mise à jour : 03/04/2007

RESPONSABLE DU PROGRAMME

J.-M. Brignon : jean-marc.brignon@ineris.fr

EXPERTS AYANT PARTICIPE A LA REDACTION

A. Gouzy : aurelien.gouzy@ineris.fr, J.M. Brignon

Veillez citer ce document de la manière suivante :

INERIS, 2007. Données technico-économiques sur les substances chimiques en France : TETRACHLOROETHYLENE, 38p. (<http://rsde.ineris.fr/>)

TETRACHLOROETHYLENE

SOMMAIRE

1	Généralités	3
1.1	Définition et caractéristiques principales	3
1.2	Réglementations	3
2	Production et utilisations.....	8
2.1	Production et vente	8
2.2	Utilisations.....	9
2.3	Production accidentelle	12
3	Rejets et présence dans l'environnement	12
3.1	Comportement dans l'environnement	12
3.2	Présence dans l'environnement	13
3.3	Principales sources de rejet.....	15
3.4	Rejets liés à l'utilisation de la substance	16
3.5	Pollutions historiques	19
4	Possibilités de réduction des rejets.....	19
4.1	Amélioration des machines de nettoyage à sec	19
4.2	Amélioration des machines de dégraissage	20
4.3	Techniques alternatives pour le nettoyage à sec	20
4.4	Techniques alternatives pour le dégraissage des métaux.....	22
4.5	Produits de substitution.....	24
4.6	Traitement des rejets.....	26
5	Aspects économiques	31
5.1	Place de la substance dans l'économie française.....	31
5.2	Impact économique des mesures de réduction.....	32
6	Conclusions	33
7	Références.....	34
7.1	Entreprises, organismes et experts interrogés	34
7.2	Sites Internet consultés	35
7.3	Bibliographie	36

TETRACHLOROETHYLENE

1 GENERALITES

1.1 Définition et caractéristiques principales

1.1.1 Présentation de la substance

Le tétrachloroéthylène est principalement employé comme solvant et comme intermédiaire réactionnel. Les principales caractéristiques de cette substance sont reprises dans le tableau 1 ci-après.

Tableau 1 : Caractéristiques du Tétrachloroéthylène.

Substance chimique	N° CAS	N° EINECS	Synonymes	Forme
Tétrachloroéthylène C_2Cl_4 $Cl_2C = CCl_2$ $\begin{array}{c} Cl \quad \quad Cl \\ \backslash \quad / \\ C = C \\ / \quad \backslash \\ Cl \quad \quad Cl \end{array}$	127-18-4	204-825-9	Tétrachloroéthène Perchloroéthylène Chlorure de carbone 1, 1, 2, 2- Tétrachloroéthylène	liquide

(*) dans les conditions ambiantes habituelles

Le tétrachloroéthylène est un liquide incolore, volatil, d'odeur caractéristique rappelant celle du trichlorométhane. Il est pratiquement insoluble dans l'eau (0,15 g.L⁻¹ 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... (INRS, 2004)

1.2 Réglementations

1.2.1 Réglementation européenne

La Directive 1999/13/CE impose des réductions d'émissions de COV, dont le tétrachloroéthylène fait partie. Les deux principaux emplois des COV (nettoyage à sec et dégraissage) sont visés par la Directive. Les machines de lavage à sec doivent respecter un facteur d'émission de 20 g de tétrachloroéthylène par kilogramme de linge nettoyé et séché.

TETRACHLOROETHYLENE

1.2.2 Réglementation nationale visant à quantifier les rejets de la substance

Les exploitants d'installations classées soumises à autorisation, ayant des installations produisant ou utilisant la substance en quantité supérieure à 10 tonnes par an doivent déclarer les émissions dans l'air, l'eau, les sols ou les déchets (Arrêté du 24 Décembre 2002 relatif à la déclaration annuelle des émissions polluantes des installations classées soumises à autorisation).

1.2.3 Réglementation nationale visant à limiter les rejets de la substance

D'après la circulaire n°90-55 du 18 Mai 1990 relative aux rejets toxiques dans les eaux, la France s'était engagée à réduire la pollution par le tétrachloroéthylène : cette substance est listée en annexe II (substances toxiques dont les rejets doivent être réduits entre 1985 et 1995 d'au moins 50 %).

Cette substance est considérée comme un composé organique volatile (COV). Ainsi, au sein des installations classées pour la protection de l'environnement où le flux horaire total de cette molécule dépasse $0,1 \text{ kg.h}^{-1}$, la valeur limite d'émission de la concentration globale en COV est fixée à 20 mg.m^{-3} (Arrêté du 2 Février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation).

Ce même arrêté indique des valeurs limites de rejets en concentration et en flux spécifique pour les installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation appartenant à certains secteurs d'activité (tableau 2).

TETRACHLOROETHYLENE

Tableau 2 : Valeurs limites de rejets en concentration et en flux spécifique
(selon l'arrêté du 2 Février 1998)

Secteur d'activité	Valeurs limites ⁽¹⁾	
	Concentration	Flux spécifique ⁽²⁾
Production conjointe de trichloréthylène et de tétrachloroéthylène (procédés TRI-PER*)	0,5 mg.L ⁻¹	2,5 g.t ⁻¹ de capacité de production de TRI+PER
Production conjointe du tétrachlorure de carbone et du tétrachloroéthylène (procédés TETRA-PER*)	1,25 mg.L ⁻¹	2,5 g.t ⁻¹ de capacité de production de TETRA+PER
Utilisation de tétrachloroéthylène pour le dégraissage des métaux si le rejet dépasse 30 kg.an ⁻¹	0,1 mg.L ⁻¹	
Autres secteurs	(3)	

¹ Les valeurs limites indiquées sont des moyennes mensuelles pondérées selon le débit de l'effluent; les valeurs limites des moyennes journalières sont égales au double des valeurs limites des moyennes mensuelles. Les valeurs limites en concentration s'appliquent soit au rejet final, soit en sortie d'atelier. Les valeurs limites en flux spécifique s'appliquent au rejet final.

² La capacité de production ou de transformation de référence correspond ici à la capacité autorisée par l'arrêté préfectoral.

³ Il convient que l'arrêté préfectoral autorisant une installation non visée (rubriques dénommées "autres secteurs") soumette les rejets de la substance visée ci-dessus à des valeurs limites en concentration et en flux. Les valeurs limites du tableau ci-dessus servent de référence.

* Procédés repris et détaillés dans le paragraphe 2.1

TETRACHLOROETHYLENE

1.2.4 Textes réglementaires visant à protéger l'environnement

Le tableau 3 ci-après précise les normes de qualité du tétrachloroéthylène dans les eaux (d'après l'Arrêté du 20 Avril 2005 pris en application du décret du 20 avril 2005 relatif au programme national d'action contre la pollution des milieux aquatiques par certaines substances dangereuses).

Tableau 3 : Normes de qualité (concentration totale dans les eaux $\mu\text{g.L}^{-1}$), d'après l'Arrêté du 20 Avril 2005.

Eaux de surface	Eaux de transition	Eaux marines intérieures et territoriales
10	10	10

1.2.5 Autres textes

Le Tétrachloroéthylène figure dans la liste 1998 des substances candidates, dans le cadre de la stratégie de l'OSPAR visant les substances dangereuses (OSPAR, 1998).

1.2.6 Classification

Les données présentées ci dessous sont issues de la fiche de données toxicologiques et environnementales de l'INERIS (2006a).

Classification de la substance par l'union Européenne :

- Catégorie 3 = Substance préoccupante pour l'homme en raison d'effets cancérogènes possibles (JOCE, 1996, cité par l'INERIS, 2006a)

Qualité des eaux de consommation (valeurs limites) :

- France ⁴
Somme de la concentration en trichloroéthylène et en tétrachloroéthylène = $10 \mu\text{g.L}^{-1}$

⁴ Décret n° 2001-1220 du 20 Décembre 2001 relatif aux eaux de consommation humaine.

TETRACHLOROETHYLENE

- Union Européenne ⁵
Somme de la concentration en trichloroéthylène et en tétrachloroéthylène = 10 µg.L⁻¹
- OMS ⁶
Valeur guide de teneur en tétrachloroéthylène = 40 µg.l⁻¹

Qualité de l'air :

OMS → 0,25 mg.m⁻³ en moyenne sur 24 heures

Classification toxicologique

La substance est soumise aux phrases de risque suivantes (INRS, 2004):

- R 40 : Effet cancérigène suspecté - preuves insuffisantes
- R 51/53 : Toxique pour l'organisme aquatique, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique

Conseils de prudence

La substance est soumise aux phrases de risque suivantes (INRS, 2004):

- S 23 : Ne pas respirer les gaz/fumées, vapeurs, aérosols
- S 36/37 : Porter un vêtement de protection et des gants appropriés
- S 61 : Eviter le rejet dans l'environnement. Consulter les instructions spéciales /la fiche de données de sécurité

⁵ Directive 98/83/Ce du conseil du 3 Novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine (CE, 1998).

⁶ Directives de qualité pour l'eau de boisson (2004)

TETRACHLOROETHYLENE

2 PRODUCTION ET UTILISATIONS

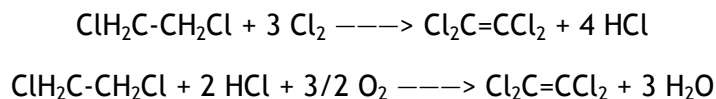
2.1 Production et vente

2.1.1 Principes de production

Plusieurs procédés sont utilisés pour la production du tétrachloroéthylène.

Le tétrachloroéthylène est obtenu par chloration ou oxychloration de plusieurs matériaux bruts comme le propylène, le dichloroéthylène, le chloropropène et le chloropropane (EUROCHLOR, 1997).

D'après le site Internet de la Société Française de Chimie (SFC), le tétrachloroéthylène peut être obtenu à partir d'éthylène et de dichloroéthane : ce procédé produit principalement du trichloroéthylène et du tétrachloroéthylène. Des sous-produits lourds tels que l'hexachloroéthane, l'hexachlorobutadiène ou des benzènes chlorés peuvent également être formés. La chloration ou l'oxychloration du 1,2-dichloroéthane peut produire du tétrachloroéthylène selon les réactions suivantes :



Le craquage d'un mélange de tétrachloroéthane et de pentachloroéthane donne également du tétrachloroéthylène ainsi que du trichloroéthylène.

Habituellement, le tétrachloroéthylène est produit conjointement avec du tétrachlorure de carbone ou du trichloroéthylène.

D'après le site Internet de la Société Française de Chimie, la chloration de résidus chlorés (ou non) contenant de 1 à 3 atomes de carbone produit du tétrachloroéthylène. Ces résidus proviennent de diverses fabrications : solvants chlorés, oxyde de propylène (époxypropane), chlorure de vinyle (chloroéthylène). Ils donnent simultanément du tétrachloroéthylène, du tétrachlorure de carbone (séparés ensuite par distillation) et du chlorure d'hydrogène. La réaction est amorcée par combustion de propylène dans le dichlore et est maintenue à haute température (environ 550°C). Ce procédé est par exemple utilisé par la firme Solvay, principal producteur français de tétrachloroéthylène

Le tétrachloroéthylène peut également être obtenu industriellement à partir d'acétylène via le trichloroéthylène : la durée des réactions utilisées dans les différentes étapes de ce procédé et le coût élevé de l'acétylène employé ont conduit à une utilisation de moins en moins importante de cette méthode (INERIS, 2006a).

TETRACHLOROETHYLENE

2.1.2 Quantités produites

D'après le site Internet de la Société Française de Chimie, le tétrachloroéthylène était produit par six entreprises dans l'Union Européenne. Aujourd'hui en France, Solvay est l'entreprise principale et probablement la seule qui produit du tétrachloroéthylène.

D'après (ECB, 2005), en 1990, la production de tétrachloroéthylène en Europe occidentale était de 280 000 tonnes.

En 1994, la production de l'Union Européenne de tétrachloroéthylène s'élevait à 164 000 tonnes, les ventes à 78 000 tonnes et les exportations à 20 000 tonnes, le reste étant utilisé par l'industrie chimique comme intermédiaire. Le tétrachloroéthylène était également importé en 1994 en Union Européenne pour 10 000 tonnes par an (European Chemical Bureau, 2005).

En 2004, la production aurait été d'environ 150 000 t. Des données historiques rapportées dans (DEFRA, 2005) montrent une certaine stabilité de la production depuis une dizaine d'années en Europe. Par contre, ce même rapport fournit des données montrant une réelle tendance à la baisse des ventes en Europe sur cette même période. Par conséquent, les exportations hors de l'UE ont probablement progressé (puisque d'autres sources affirment que l'emploi comme intermédiaire, non comptabilisé dans les ventes, a lui aussi baissé).

Selon un expert interrogé, la principale entreprise du secteur produirait actuellement 130 tonnes par jour (soit environ 50 000 tonnes par an).

2.2 Utilisations

Le tétrachloroéthylène est utilisé principalement dans le secteur de l'ennoblissement textile et le nettoyage à sec avec une consommation annuelle de 12 000 tonnes en 2005 (INRS, 2006). En effet, la plupart des composés organiques se dissolvent dans le tétrachloroéthylène.

Le tableau 4 ci-après rassemble les chiffres de la consommation annuelle de tétrachloroéthylène en Europe occidentale et en France, et montre les tendances à la baisse.

TETRACHLOROETHYLENE

Tableau 4 : Consommation annuelle de tétrachloroéthylène en Europe occidentale et en France, d'après le site Internet de la Société Française de Chimie.

Consommation annuelle en Europe Occidentale (en tonnes)		Consommation annuelle en France (en tonnes)	
en 1990	en 2004	en 1980	en 2004
235 000	54 000	38 000	9 400

Ces chiffres sont cohérents avec l'estimation de l'ADEME qui indique qu'au début des années 2000, la mise sur le marché français du tétrachloroéthylène était de 10 000 tonnes (ADEME, 2003). Ils sont plus faibles, pour 2004, que ceux du rapport 2005 du DEFRA.

D'autre part, ces chiffres laissent également supposer que près de 4/5 des quantités de cette substance produites en France sont exportées ou utilisées comme intermédiaire réactionnel.

Le tableau 5 ci-dessous regroupe les différentes utilisations rapportées au niveau mondial et européen du tétrachloroéthylène. Il fait également apparaître une tendance à la baisse, entre 1994 et 2004, mais surtout pour le nettoyage à sec.

TETRACHLOROETHYLENE

Tableau 5 : Utilisations du tétrachloroéthylène.

Utilisations	Références
<p>Nettoyage des matières textiles :</p> <p>1) solvant dans les installations commerciales de nettoyage à sec et dans les laveries libre-service (30 à 40 litres par mois pour un pressing, 62 400 t/an dans l'UE en 1994, 26 000 t en 2004). Le tétrachloroéthylène représentait dans l'UE 90% du total de solvants utilisés dans ce secteur en 1994. Les quantités utilisées ont décliné depuis, grâce à l'utilisation de machines à laver à sec plus efficaces (notamment des machines fonctionnant en circuit fermé), et grâce à un meilleur recyclage et de meilleures pratiques de stockage.</p> <p>2) utilisation comme dégraissant dans l'industrie textile (et la fabrication de peaux de chamois)</p>	<p>ECB (2005) ; d'après le site Internet d'Environnement Canada A ; et une communication personnelle</p>
<p>Dégraissage en machine des pièces métalliques et céramiques dans les industries automobiles et métallurgiques.</p> <p>Cet usage représentait 14 000 t dans l'UE en 1994, 30 000 t en 2004 (DEFRA, 2005).</p>	<p>D'après le site Internet d'Environnement Canada A ; ECB (2005)</p>
<p>Préparation d'autres composés chimiques : intermédiaire de synthèse dans la fabrication d'hydrocarbures fluorés.</p> <p>Cet usage représentait 30 000 t dans l'UE en 1994, 26 000 t en 2004.</p> <p>Les produits chimiques de remplacement de solvants interdits par le Protocole de Montréal, fabriqués à partir du tétrachloroéthylène sont des HFC (113, 114, 115, 116, 121, 122, 123, 124, 125, 134a). Leur usage décline ce qui entraîne par conséquent un déclin de l'emploi de tétrachloroéthylène.</p>	<p>ECB (2005)</p>
<p>Décapant pour la peinture et encre d'imprimerie.</p>	<p>ECB (2005)</p>
<p>Diélectrique ou isolant électrique, parfois à la place des biphényles polychlorés (BPC), dans les appareils électriques, comme les transformateurs et les condensateurs.</p>	<p>D'après le site Internet d'Environnement Canada A</p>

TETRACHLOROETHYLENE

Tableau 5 (suite) : Utilisations du tétrachloroéthylène.

<p>Autres usages mineurs (probablement en déclin) :</p> <ul style="list-style-type: none"> Biocide pour la protection de textiles précieux contre les insectes Dans des produits détachants et des produits décapants pour peintures Dans des fluides caloporteurs Avec le n-butanol dans la préparation de photopolymères Comme régénérateur de catalyseurs dans des raffineries Comme dégraissant de composants électriques 	<p>ECB (2005)</p>
---	-------------------

2.3 Production accidentelle

Peu d'informations sont disponibles quant à la production accidentelle ou non intentionnelle de tétrachloroéthylène, néanmoins, selon le site Internet d'Environnement Canada A, de très faibles concentrations de cette substance peuvent se former lors de la chloration de l'eau potable ainsi que dans des procédés industriels, comme le blanchiment des pâtes et papiers.

3 REJETS ET PRESENCE DANS L'ENVIRONNEMENT

3.1 Comportement dans l'environnement

3.1.1 Dans l'eau

Selon l'INERIS (2006a), la solubilité du tétrachloroéthylène est relativement faible dans l'eau. Cette substance est donc peu présente dans les eaux de surface (elle s'évapore préférentiellement vers l'atmosphère). En revanche, suite à une éventuelle infiltration dans

TETRACHLOROETHYLENE

les sols, cette substance peut se concentrer au fond des aquifères car sa densité est supérieure à celle de l'eau (elle est égale à 1,623).

3.1.2 Dans les sols

Selon l'INERIS (2006a), le tétrachloroéthylène se trouve en quantité négligeable dans les sols. Il est assez mobile et gagne donc facilement les eaux souterraines (INERIS, 2006a ; site Internet d'Environnement Canada B).

3.1.3 Dans l'air

Selon l'INERIS (2006a), le tétrachloroéthylène présent dans les eaux de surface s'évapore rapidement dans l'atmosphère. Si le taux de mélange des eaux est fort, l'évaporation sera plus rapide. Ceci induit des variations assez visibles lors de la mesure du taux d'évaporation. Les demi-vies par évaporation ont été estimées à 5 - 12 jours pour des étangs, 3 heures à 7 jours en rivières et 3 - 14 jours en lacs (Lyman *et al.*, 1981 cité par l'INERIS (2006a). En mésocosmes de 13 m³ d'eau douce, les demi-vies ont varié de 11 à 25 jours suivant la saison (Wakeham *et al.*, 1983 cité par l'INERIS, 2006a).

3.2 Présence dans l'environnement

Le tétrachloroéthylène n'est pas présent naturellement dans l'environnement, les concentrations relevées sont anthropiques. On estime qu'à terme, environ 85 % de la production sont émis dans l'atmosphère par évaporation. Le tableau suivant présente les taux de concentration ubiquitaires de tétrachloroéthylène présent dans l'environnement. (INERIS, 2006a).

Le tableau 6 ci-après présente les taux de concentrations ubiquitaires de tétrachloroéthylène présent dans l'environnement.

TETRACHLOROETHYLENE

Tableau 6 : Concentrations ubiquitaires, données IUCLID 1996 citées par l'INERIS (2006).

Milieu	Concentration
Air	<0,3 $\mu\text{g.m}^{-3}$
Eau	-
eau de surface	<1 $\mu\text{g.L}^{-1}$
eau de mer	<1 ng.L^{-1}

Les rejets atmosphériques de tétrachloroéthylène sont très supérieurs aux rejets dans les milieux aquatiques. La contribution des émissions atmosphériques aux concentrations dans les milieux aquatiques n'est pas négligeable et les mesures de réduction des émissions atmosphériques seront donc également prises en compte dans cette fiche qui s'attache aux milieux aquatiques.

En effet, le rapport (ECB,2005) indique qu'un modèle de fugacité de MacKay de niveau III a estimé que 20% des émissions atmosphériques retournaient en moyenne au compartiment aquatique.

3.2.1 Présence dans les eaux de surface et souterraines

D'après le site Internet d'Environnement Canada, le tétrachloroéthylène présent dans les eaux de surface et les eaux souterraines provient principalement des rejets émis par les industries telles que les installations de production, les établissements de nettoyage à sec ainsi que les usines de textiles, et également des égouts. Le composé peut s'infiltrer dans les eaux souterraines par lessivage des décharges où des matériaux contaminés ont été déversés. Les concentrations les plus élevées se trouvent généralement dans les eaux de surface et les eaux souterraines situées près des sources de contamination.

D'après le site Internet d'Eurochlor, la concentration en tétrachloroéthylène dans les eaux de surface a progressivement diminué depuis 1983. Le tétrachloroéthylène se trouve majoritairement dans les zones côtières et dans les estuaires.

Le tableau 7 ci-après, présente les concentrations en tétrachloroéthylène dans les eaux de surface.

TETRACHLOROETHYLENE

Tableau 7 : Concentration en tétrachloroéthylène dans les eaux de surface des zones côtières et estuarières en France, d'après Eurochlor (1997).

Lieu	Année	Concentration moyenne ($\mu\text{g.l}^{-1}$)	Références
• Seine	1995	< 1	Agence de Bassin, 1995 citée par Eurochlor
• Loire	1983-1984	0.004-0.02	Marchand <i>et al.</i> , 1986 citée par Eurochlor

3.2.2 Présence dans le milieu marin et dans les précipitations

D'après le site Internet d'Environnement Canada, le tétrachloroéthylène a été décelé dans les précipitations et l'eau de mer, dans les sédiments et les tissus d'animaux, comme les poissons, les phoques et les oiseaux.

3.2.3 Présence dans les sols

D'après l'INERIS (2006a), le tétrachloroéthylène est assez mobile dans les sols. Il s'accumule généralement dans la partie souterraine du sol et rejoint les eaux souterraines. Des quantités négligeables sont donc trouvées dans les sols.

3.2.4 Présence dans l'air

D'après l'INERIS (2006a), les rejets du tétrachloroéthylène sur les sols ou surfaces aquatiques se volatilisent majoritairement dans l'air. Ce comportement explique la classification de cette substance comme un COV.

3.3 Principales sources de rejet

Le tétrachloroéthylène est principalement utilisé pour servir de solvant, pour le nettoyage à sec ou le nettoyage des métaux. Comme l'emploi qu'on en fait entraîne sa dispersion sans qu'il ne soit ni transformé, ni détruit, on s'attend à ce que la majorité du tétrachloroéthylène se retrouve dans l'environnement, en particulier dans l'atmosphère (d'après le site Internet d'Environnement Canada C).

La figure 1 reproduit un historique des rejets européens -de tétrachloroéthylène disponibles sur le site internet eurochlor. On constate que les rejets atmosphériques sont supérieurs d'un facteur 10 aux rejets dans l'eau, et qu'il y a eu une baisse importante des rejets, avec cependant un pic récent inexpliqué pour les rejets dans l'eau.

TETRACHLOROETHYLENE

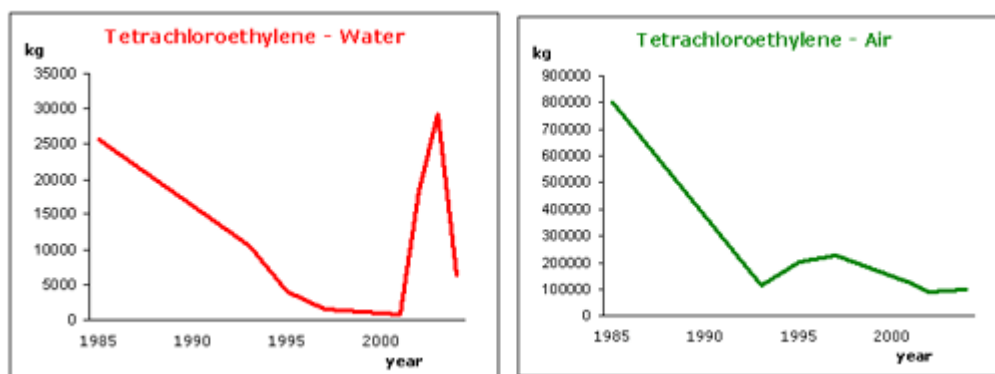


Figure 1 : Historique des rejets européens de tétrachloroéthylène.

3.4 Rejets liés à l'utilisation de la substance

La figure 2 ci-après, présente les émissions atmosphériques de tétrachloroéthylène par activité industrielle à l'échelle européenne.

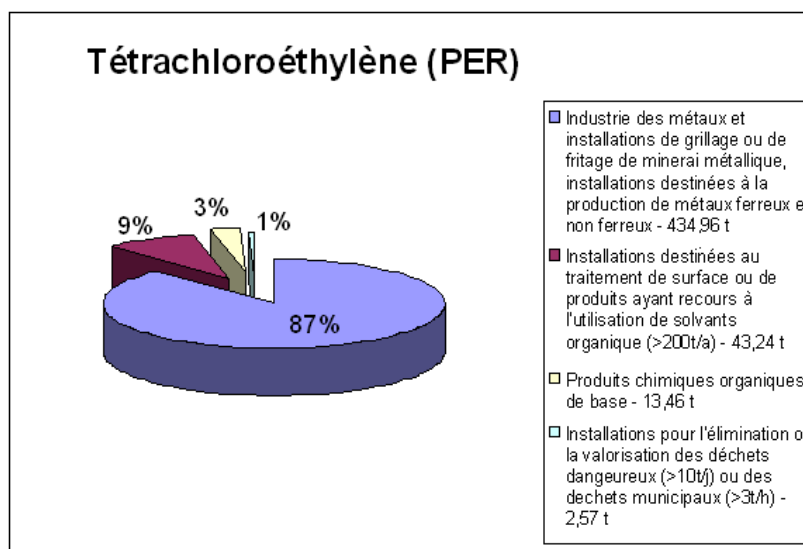


Figure 2 : Émissions atmosphériques par activité industrielle, d'après le site Internet de l'EPER, données de 2004.

Il n'y a pas de données EPER pour les émissions dans l'eau à l'échelle européenne.

TETRACHLOROETHYLENE

D'après le site Internet de l'IREP (registre français des émissions polluantes), en France, pour l'année 2003-2004 plus de 65 établissements industriels étaient répertoriés en tant qu'émetteurs de tétrachloroéthylène dans l'environnement (air et eau). Les rejets industriels, dans l'air et dans l'eau, de tétrachloroéthylène sont donc disséminés à l'échelle du territoire national. Ces données ont été rassemblées dans le tableau 8 ci-après.

TETRACHLOROETHYLENE

Tableau 8 : Estimations des émissions globales de tétrachloroéthylène dans l'environnement, d'après le site Internet de l'IREP, données de 2004.

Activité principale	Emission (kg.an ⁻¹)	
	année 2004	année 2003
Emissions dans l'air		
Mécanique, traitements de surface	529580	353720
Chimie et parachimie	13460	17820
Textile et habillement, teinture, impression, laveries	12400	21400
Sidérurgie, métallurgie, coke	2210	104000
Bois, papier et carton	3610	n.d.
Industrie des cuirs et peaux, tannerie	n.d.	62500
Déchets et traitements	7710	n.d.
TOTAL	568970	563530
Emissions dans l' eau directe		
Mécanique, traitements de surface	n.d.	3227
Chimie et parachimie	954	1249
Textile et habillement, teinture, impression, laveries	39	n.d.
Pétrole et gaz	n.d.	1000
TOTAL	993	5876
Emissions dans l' eau indirecte		
Mécanique, traitements de surface	86	123
Chimie et parachimie	500	n.d.
Textile et habillement, teinture, impression, laveries	240	1140
Pétrole et gaz	100	n.d.
Entreposage, transport, commerce	200	n.d.
TOTAL	1126	1263

(n.d. : donnée non disponible)

TETRACHLOROETHYLENE

L'analyse des données de l'IREP pour l'année 2004 montre qu'en France, les rejets du tétrachloroéthylène se font majoritairement dans l'air par les industriels ayant pour activité la mécanique et le traitement des surfaces. Il vient ensuite les industries de la chimie et de la parachimie ainsi que les industries du textile.

Les rejets dans l'eau de manière directe se font principalement par les industries de chimie et parachimie.

Les rejets dans l'eau de manière indirecte se font par les industries du textile.

3.5 Pollutions historiques

D'après le site Internet de l'IREP, les régions parisienne, Rhin-Meuse et celles traversées par le Rhône correspondent aux territoires les plus atteints par l'altération du tétrachloroéthylène dans les eaux souterraines. Cet état de fait s'explique par le passé industriel de ces régions.

4 POSSIBILITES DE REDUCTION DES REJETS

Les informations de ce chapitre sont notamment tirées d'un document du CETIM, pour ce qui est du nettoyage des métaux. Ce document contient des informations techniques détaillées et des études de cas que nous n'avons pas reproduites ici, et le lecteur est invité à s'y reporter pour plus de détails (cf. lien Internet dans la section Références).

4.1 Amélioration des machines de nettoyage à sec

Les analyses présentées dans les rapports ECB et DEFRA de 2005 montrent que les machines présentes en France sont, sur une échelle de 1 à 4 qui irait des machines les plus émettrices aux moins émettrices de tétrachloroéthylène, très majoritairement de type 3. Il y a donc une marge de progression dans ce domaine, puisque, par comparaison, toutes les machines sont de type 4 en Allemagne.

TETRACHLOROETHYLENE

4.2 Amélioration des machines de dégraissage

Les analyses présentées dans les rapports ECB et DEFRA de 2005 montrent que les machines présentes en France sont, sur une échelle de 1 à 4 qui irait des machines les plus émettrices aux moins émettrices de tétrachloroéthylène, presque exclusivement de type 1. Il y a donc une marge de progression très forte dans ce domaine, puisque, par comparaison, toutes les machines sont de type 4 en Allemagne et en Autriche, avec des situations intermédiaires dans beaucoup d'autres pays de l'UE. De plus seules les machines de Type 4 permettraient de respecter la réglementation liée à la Directive COV.

4.3 Techniques alternatives pour le nettoyage à sec

4.3.1 Nettoyage au mouillé

Cette méthode est utilisée lors du nettoyage dans la fabrication et la finition des textiles. Il s'agit d'une nouvelle méthode d'immersion des textiles à nettoyer dans l'eau qui permet de contrôler la détérioration et le rétrécissement des tissus. En effet, l'eau a tendance à déstructurer les fibres naturelles et hydrophiles. Par ailleurs, l'étape de séchage est également délicate, les tissus exigent différents temps de séchage selon leur nature. Le temps de finition avec ce procédé est donc beaucoup plus long que celui du nettoyage à sec traditionnel.

Ce procédé fait intervenir des détergents qui représentent quelques pourcents du volume total de l'eau et des additifs : environ 1 % d'après des industriels interrogés par l'US EPA (1998), cité par l'INERIS (2005). De nombreuses formulations de détergents sont disponibles sur le marché mais il est difficile d'en connaître la composition. L'US EPA (1998), cité par l'INERIS (2005), présente quelques exemples de produits chimiques (surfactants et aide surfactants -comprenant des suspenseurs de taches, des ajusteurs de pH et des solubilisants) utilisés dans la formulation des détergents : acide acétique, gomme de cellulose, acide citrique, cocamidopropyl bétaine, sorbitane éthoxylé monodécanoate, acide laurique diethnolamide, sel de sodium, méthyl-2-sulfoaurate, carbonate de sodium, citrate de sodium, sulfate de sodium laureth, iséthionate de lauryl sodium.

Le tableau 9 ci-après présente les avantages et les inconvénients du nettoyage au mouillé par rapport au nettoyage traditionnel au tétrachloroéthylène.

TETRACHLOROETHYLENE

Tableau 9 : Avantages et inconvénients du procédé de nettoyage au mouillé d'après NIOSH (1997a), cité par l'INERIS (2005).

Avantages	Inconvénients
Moins de dangers pour la santé et la sécurité	Détérioration des tissus, perte des couleurs
Quelques salissures sont plus aisément enlevées (sucre, sel amidon, lait, liquides physiologiques)	Graisses, huiles, cires et résines plus difficiles à enlever
Odeur plus agréable	Emissions de polluants dans l'air
Coût comparable au nettoyage à sec traditionnel	Laines, soies sensibles au rétrécissement et aux pertes de teintures
	Grandes quantités d'eau usée
	Charge de travail plus importante, qualification nécessaire des travailleurs (risques ergonomiques supplémentaires)

4.3.2 Nettoyage au dioxyde de carbone liquide (CO₂)

C'est une technologie de nettoyage récente pour son application aux vêtements mais elle est utilisée depuis plusieurs années pour d'autres procédés. Les vêtements sont immergés dans le CO₂ liquide contenu dans un récipient sous pression puis agités par des jets à grande vitesse ou une action mécanique qui enlève les tâches. Une fois le nettoyage terminé, les vêtements n'ont pas besoin de sécher. Du fait de la faible viscosité du produit, les taches sont plus faciles à enlever de la surface des articles à nettoyer. Les salissures comme les huiles et les graisses sont mieux nettoyées. Pour retirer les salissures comme le sel ou le glucose, des additifs doivent être utilisés ou les tâches enlevées préalablement (INERIS, 2005).

Le tableau 10 ci-après, présente les avantages et les inconvénients du nettoyage au CO₂ par rapport au nettoyage traditionnel au Tétrachloroéthylène.

TETRACHLOROETHYLENE

Tableau 10 : Avantages et inconvénients du procédé utilisant le CO₂ liquide d'après NIOSH (1997a), cité par l'INERIS (2005).

Avantages	Inconvénients
Pas d'impact sur l'environnement .	Dangers potentiels pour la sécurité (système haute pression) et la santé (asphyxie)
Cycle des machines plus court	Coût plus important que le tétrachloroéthylène
Capacité à nettoyer les daims, cuirs et fourrure	Problèmes éventuels pour enlever les tâches d'herbe, de rouge à lèvres ou de chocolat
Limite d'exposition permissible (PEL) relativement haute (5000ppm)	

4.4 Techniques alternatives pour le dégraissage des métaux

4.4.1 Procédés lessiviels

Des lessives peuvent être utilisées en substitution au tétrachloroéthylène. Il s'agit d'un mélange complexe contenant des phosphates, des silicates, des agents tensioactifs, des hydroxydes en solution dans l'eau. Les deux principaux procédés sont l'immersion ou le « traitement au trempé » et l'aspersion. Cette technique présente toutefois également certains risques pour la santé et met en jeu un grand volume d'eau à traiter par la suite (INRS, 2001), CETIM.

4.4.2 Dégraissage au laser

D'après une entreprise spécialisée dans le nettoyage technique, la désoxydation et le décapage au laser sont utilisés pour dégraisser les métaux. Ce procédé est basé sur l'interaction entre un laser de forte puissance instantanée et le polluant.

Les avantages sont variés (ARIST, 1995) :

- facilité d'utilisation ;
- peu d'effluents à traiter, seule une poudre est récupérée puis traitée par des filtres ;
- sans altération du métal de base, aucune action abrasive ;
- ne fait intervenir aucun produit chimique ;

TETRACHLOROETHYLENE

- opérations économiques ;
- le laser atteint toute la surface du substrat : les géométries les plus compliquées peuvent être traitées respectivement couvertes d'une couche ;
- respect de l'environnement.

Il serait réservé aux petites surfaces et encore peu appliqué pour les métaux d'après le CETIM.

4.4.3 Nettoyage au CO² supercritique

Les pièces sont nettoyées dans une chambre similaire à une machine fermée pour solvants. Le procédé est adapté au nettoyage des pièces vrac (CETIM).

4.4.4 Nettoyage par billes de glace ou neige carbonique

Les pièces sont nettoyées une par une ou en ligne par projection de billes de glace ou de neige carbonique (CETIM). Le CO₂ employé peut provenir d'un recyclage de CO₂ émis sur le site industriel.

4.4.5 Traitement au plasma

D'après l'IFAM (Institut Fertigungstechnik Materialforschung), cité par le site Internet Eurobonding, on substitue le nettoyage à base d'un solvant par le nettoyage à base d'eau et fait suivre ceci par un traitement au plasma afin de réaliser l'épuration fine et l'activation de la surface. Dans ce procédé, la pièce à traiter est exposée à un plasma froid à l'oxygène à des basses pressions pendant un temps très court. Le plasma exerce un nettoyage en volatilisant des polluants organiques de surface par une "combustion froide" contrôlée. Par ce procédé, des épurations grossières comme des couches épaisses ou de grandes particules ne peuvent pas être enlevées d'une façon rentable. Avant qu'on ait recours à cette technique, il faut éliminer de grosses contaminations par d'autres moyens (mécaniquement, à air comprimé, par des épurateurs à base d'eau). Après, l'épuration fine peut être effectuée par le plasma en volatilisant par exemple des fines couches d'huile. Le CETIM confirme ces limites du procédé plasma et indique qu'il est adapté au nettoyage de pièces en vrac.

Le plasma a cependant de nombreux avantages :

- il réduit la consommation de matières ;
- il est capable d'enlever des substances chimiquement stables ;
- le plasma atteint toute la surface du substrat : les géométries les plus compliquées peuvent être traitées, il est même possible d'infiltrer des substrats poreux ;

TETRACHLOROETHYLENE

- aucune sollicitation thermique ou mécanique n'est exercée sur le substrat ;
- protection de l'utilisateur et de l'environnement.

4.5 Produits de substitution

4.5.1 Substitution en tant qu'intermédiaire de synthèses chimiques

D'après (DEFRA, 2005), il n'y a pas d'alternative au tétrachloroéthylène pour la production du HCFC 123 (2,2 dichloro-1,1,1-trifluoroéthane) ou du HFC 125 (pentafluoroéthane). Cependant, il existerait un procédé utilisant le trichloroéthylène pour la production du HFC 134a (1,1,1,2 tétrafluoroéthane). Les PNEC et valeurs sanitaires de référence, dans les fiches toxicologiques INERIS citées en référence, du tétrachloroéthylène sont supérieures à celles du trichloroéthylène, donc cette substitution pourrait être justifiée.

4.5.2 Substitution pour le dégraissage des métaux

D'après (DEFRA, 2005), d'autres solvants halogénés pour le dégraissage des métaux au tétrachloroéthylène sont le trichloroéthylène (cf 4.4.1 pour un commentaire), et le dichlorométhane ou le 1-bromopropane. Bien que moins dangereux pour les milieux aquatiques (sur la base de son classement), le dichlorométhane est une substance prioritaire de la Directive-Cadre Eau dont les rejets doivent être également réduits, et cette substitution n'est pas vraiment satisfaisante. Le 1-bromopropane présente des risques plus importants pour la santé humaine, et est hautement inflammable, et cette seconde substitution est également potentiellement problématique.

Les solvants fluorés sont utilisés en machines sur-réfrigérées et sont des substituts des CFC et HCFC.

Selon le CETIM, les principaux solvants organiques alternatifs non-halogénés sont les hydrocarbures et les solvants oxygénés (alcools, cétones, éthers, terpènes). Généralement moins dangereux pour l'environnement, leur efficacité doit cependant être évaluée au cas par cas.

D'après une entreprise du domaine automobile, utilisatrice de tétrachloroéthylène, des sociétés commercialisent des solvants inorganiques non chlorés. Ils ne remplacent cependant pas l'efficacité du tétrachloroéthylène.

TETRACHLOROETHYLENE

4.5.3 Substitution pour le nettoyage des textiles

On peut mentionner les produits suivants :

- hydrocarbures (sans aromatiques)
- décaméthylcyclopentasiloxane
- éthers de propylène glycol, dipropylène glycol tertio-butyl éther

Les hydrocarbures sont issus de la distillation fractionnée du pétrole brut. Les propriétés intrinsèques des hydrocarbures utilisés pour le nettoyage à sec sont nombreuses :

- l'inflammabilité ;
- le pouvoir solvant ;
- la volatilité ;
- l'odeur ;
- la toxicité.

Contrairement au tétrachloroéthylène, les hydrocarbures sont inflammables. Néanmoins, des machines sécurisées contre le risque d'incendie sont maintenant disponibles sur le marché. Il n'en demeure pas moins qu'en cas d'incendie les produits de combustion tels que le monoxyde de carbone et le cyanure d'hydrogène possèdent de nombreux effets dangereux pour la santé humaine (NIOSH, 1997b cité par l'INERIS, 2005).

Les hydrocarbures linéaires et ramifiés génèrent relativement peu d'odeurs tandis que le naphthalène et les hydrocarbures aromatiques ont des odeurs fortes et souvent gênantes pour les personnes exposées (INERIS, 2005).

Le tableau 11 ci-après présente les avantages et les inconvénients du nettoyage avec des hydrocarbures par rapport au nettoyage traditionnel au tétrachloroéthylène.

TETRACHLOROETHYLENE

Tableau 11 : Avantages et inconvénients du procédé utilisant des hydrocarbures d'après NIOSH (1997a), cité par l'INERIS (2005).

Avantages	Inconvénients
Généralement considérés comme moins toxiques que le tétrachloroéthylène mais la toxicité de ces produits est moins documentée que celle du tétrachloroéthylène	Problèmes d'odeur
L'exposition par inhalation est moins importante car la pression de vapeur est plus basse que celle du tétrachloroéthylène	Pression de vapeur plus basse entraînant un séchage plus long qu'avec le tétrachloroéthylène
Efficacité pour nettoyer tout type de vêtement	Risque d'incendie
Moins onéreux que le tétrachloroéthylène	Moins efficace pour enlever les taches de graisse et d'huiles

4.6 Traitement des rejets

4.6.1 Traitement du tétrachloroéthylène dans l'eau

- Le stripping

On peut éliminer le tétrachloroéthylène de l'eau par stripping (ce qui consiste à provoquer l'entraînement de gaz ou de matières volatiles dissoutes dans l'eau, au moyen d'un courant de vapeur, de gaz ou d'air traversant le liquide à contre-courant d'après la définition donnée par le Mémento technique de l'eau de Degremont). Cependant, cette technique nécessite un traitement de l'air, sinon le tétrachloroéthylène est rejeté à l'atmosphère.

D'après une entreprise du domaine de la production de produits issus de l'électrolyse du sel, le principe consiste à injecter de la vapeur sous pression afin de mettre en vapeur des composés volatils. Les vapeurs toxiques récupérées sont traitées par un filtre à air au charbon actif ou par un autre procédé. Cette dernière méthode est jugée la plus rentable, elle est facile à mettre en œuvre et s'avère très efficace.

TETRACHLOROETHYLENE

- **Le charbon actif**

D'après le site Internet de Santé Canada, le traitement avec du charbon actif en grains constitue également un moyen efficace d'éliminer le tétrachloroéthylène de l'eau.

D'après un spécialiste du traitement de l'eau et de l'air, le tétrachloroéthylène a une grande probabilité d'être absorbé par le charbon actif⁷.

4.6.2 Traitement du tétrachloroéthylène dans l'air

- **L'oxydation thermique**

D'après un producteur de tétrachloroéthylène, l'oxydation thermique est un traitement efficace mais qui nécessite des installations coûteuses. Les installations sont des incinérateurs qui fonctionnent à très haute température 1200°C/2 secondes. Ces installations sont utilisables pour traiter tous les organochlorés gazeux produits en parallèle.

- **Le charbon actif**

D'après une entreprise du domaine de l'automobile, usager du tétrachloroéthylène, le traitement au charbon actif est également une solution pour éliminer le tétrachloroéthylène des rejets atmosphériques, il est efficace mais coûteux.

- **Panorama du traitement des COV**

Le tableau 12 des deux pages suivantes présente un panorama des techniques de traitement des COV, extrait de (IPPC, 2001).

⁷ L'adsorption est un processus où un solide est employé pour enlever le tétrachloroéthylène soluble de l'eau. Dans ce procédé, le charbon actif est le solide. Le charbon actif est produit spécifiquement pour couvrir une surface interne très grande (entre 500 et 1500 m².g⁻¹). Il existe deux formes de charbons actifs: le charbon actif en poudre (PAC) et le charbon actif granulaire (GAC). Suite à son utilisation, le charbon actif est régénéré et réutilisé. Il n'engendre pas de sous produits.

TETRACHLOROETHYLENE

Le tableau 12 ci dessous présente les différents procédés applicables aux traitements des COV (IPPC, 2001)

Procédé	Application	Description	Performance du traitement	Coût	
				installation	exploitation
Séparation membranaire	Solvants et vapeurs d'hydrocarbures	Séparation des gaz en fonction de la perméabilité avec possibilité de recyclage	> 99,9 % pour COV 90-99 % pour hydrocarbure	300000€ (200 Nm ³ /h)	60000€/an
Condensation	Recondensation des COV concentrés pour la réutilisation	Condensation et récupération des vapeurs par réduction de la température	Division des concentrations de 500 à 1000	500000€ (1000 Nm ³ /h) pour une installation de cryogénéisation	
Adsorption	Récupération des COV pour réutilisation ou abattement de la pollution	Adsorption de surface des gaz sur des solides (charbon actif, zéolites)	COV : 80-95% Toluène : 90%	240 m€ pour 1000 Nm ³ /h avec régénération des charbons	1000€ par tonne de charbon
Lavage des gaz	Pour solvants solubles (ammonium, SO ₂) en vue d'une réutilisation	Les gaz solubles sont transférés dans la phase aqueuse	COV : 50-95%	Très variable en fonction du traitement : de 600 à 33500\$	
Biofiltration	Pour polluant facilement biodégradable (hydrocarbures...)	Les effluents gazeux passe à travers un lit biologique où les polluants sont détruits	Toluène : 80-95% Hydrocarbures : 75-95%	5000-20000€	200€ par m ³ de produits filtrant
Lavage des gaz avec action biologiques	Pour des mélanges de produits facilement biodégradables et solubles (peu efficace sur les hydrocarbures aromatiques)	Les gaz solubles sont transférés dans une phase aqueuse contenant des micro-organismes capables de traiter les polluants	COV : 80-90%	5000-15000€	

TETRACHLOROETHYLENE

Procédé	Application	Description	Performance du traitement	Coût	
				installation	exploitation
Lavage des gaz avec lit bactérien	Surtout des produits solubles (acides et alcool)	Comme précédemment à la différence que les micro-organismes sont fixés sur un support	CVM : 99% COV : 80-95%	5000-20000€	
Oxydation thermique	Tout gaz combustibles	Les effluents gazeux sont brûlés en présence d'air ou d'oxygène et transformés en eau et CO ₂ . Pour les composés halogénés des conditions d'utilisations particulières sont nécessaires	Cov : > 95%	Entre 10000 et 50000€ selon les technologies	>25000€ pour les combustion simple sans récupération de chaleur
Oxydation catalytique	Tout type de gaz, même moins combustibles que dans la technique d'oxydation thermique simple	Les effluents gazeux une fois chauffés passe à travers un catalyseur afin d'accélérer la réaction d'oxydation ou de détruire des composés plus faiblement combustibles	COV : > 95%	10000-80000€	3000-21000€ pour la technique non régénératrice
Torchage	Essentiellement dans le secteur pétrolier et pétrochimique	Consiste à brûler à haute température des gaz combustibles	COV : >98%	8300-560000€ en fonction des dimensions de la torchère	Jusqu'à 36000€

TETRACHLOROETHYLENE

5 ASPECTS ECONOMIQUES

5.1 Place de la substance dans l'économie française

D'après le site Internet de la Société Française de Chimie, en France la consommation de solvants chlorés est de 42 000 t en 2004. La consommation de tétrachloroéthylène a fortement diminué les vingt dernières années : elle est passée de 38 000 t en 1980 à 9 400 t en 2004.

D'après le site Internet de la Société Française de Chimie, en 30 ans (1974-2004), la consommation européenne de solvants chlorés est passée de 920 000 à 220 000 t/an

D'après le site Internet du Ministère de l'Economie des Finances et de l'Industrie, les importations et les exportations mondiales de la substance ont augmenté de 2004 à 2005.

Le tableau 13 ci-après présentent les données de collecte brutes (importations et exportations mondiales) du tétrachloroéthylène.

Tableau 13: Données de collecte brutes du tétrachloroéthylène d'après le site Internet du Ministère de l'Economie des Finances et de l'Industrie.

	2005		2006	
	Valeur (K€)	Masse (t)	Valeur (K€)	Masse (t)
Exportations (total)	10 555	19 889	10 211	19 073
Importations (total)	3 674	7 583	5 278	10 266

L'analyse de ces données montre que le prix à la tonne du tétrachloroéthylène a légèrement augmenté de 2005 à 2006 en ce qui concerne les exportations mais aussi les importations.

Afin de situer l'importance du tétrachloroéthylène au sein du marché mondial, le tableau 14 ci-après présente le pourcentage des exportations et des importations cumulées de tétrachloroéthylène parmi les dérivés halogénés des hydrocarbures à l'échelle mondiale de février 2006 à janvier 2007.

TETRACHLOROETHYLENE

Tableau 14 : Pourcentage des exportations et des importations de tétrachloroéthylène parmi les dérivés halogénés des hydrocarbures à l'échelle mondiale au cours des 12 derniers mois cumulés (février 2006 - janvier 2007) d'après le site Internet du Ministère de l'Economie des Finances et de l'Industrie.

	Exportations		Importations	
	Valeur (K€)	%	Valeur (K€)	%
Dérivés halogénés des hydrocarbures	180 576		362 115	
Tétrachloroéthylène	10 325	5,7	5 271	1,5

Nous pouvons constater que le tétrachloroéthylène représente une faible proportion dans échanges internationaux.

5.2 Impact économique des mesures de réduction

Les coûts des techniques alternatives sont variés : le nettoyage au mouillé a un coût comparable au nettoyage à sec traditionnel, le nettoyage à base d'hydrocarbure est plutôt moins onéreux. En revanche, le dioxyde de carbone liquide revient beaucoup plus cher (NIOSH, 1997a cité par l'INERIS, 2005).

Les coûts de traitements des Composés Organiques Volatils sont très variables en fonction des techniques (cf. « Panorama des traitements des COV » au § 4.6.2).

D'après l'INERIS (2006b), pour l'adsorption sur charbon actif le coût d'installation s'élève environ à 240 € pour 1000 Nm³.h⁻¹ avec régénération des charbons. Il faut compter 1000 € par tonne de charbon. Le prix de l'installation d'un traitement par oxydation thermique varie entre 10 000 et 50 000 € selon les technologies. Au niveau de l'exploitation, le coût est de 25 000 € pour les combustions simples sans récupération de chaleur.

Une unité de stripping traitant un flux de 30 m³.h⁻¹ coûte de 4 à 5 M€.

D'après le CETIM, pour les produits et techniques et solvants alternatifs dans le domaine du dégraissage :

- les solvants fluorés en machines sur-réfrigérées sont plus chers, mais leur consommation est inférieure, et de plus l'investissement est plus modéré que pour les machines fermées utilisées avec les solvants chlorés.
- Les procédés lessiviels présentent des coûts d'investissement variables en fonction du type précis de machine, mais ils ne sont pas forcément plus chers. Le coût du traitement des rejets aqueux doit être pris en compte.

TETRACHLOROETHYLENE

- Les machines de nettoyage au CO₂ supercritique présentent un surcoût d'environ 50% par rapport aux machines à solvants hermétiques.
- Le nettoyage au plasma présente de faibles coûts de fonctionnement

Le rapport (DEFRA, 2005) mentionne le cas d'un site qui produit environ 30 000 t/an de tétrachloroéthylène, et qui a déjà mis en place un traitement des COV sur l'évent du principal réacteur, et émet 80 tonnes/an de tétrachloroéthylène (soit 2.5 kg/t). Traiter les émissions résiduelles, qui ne sont pas collectées et traitées pour des raisons de sécurité (prévention du risque d'explosion), rendrait nécessaire l'installation d'un incinérateur supplémentaire, et le coût d'investissement serait de 56 millions d'euros, et le coût d'exploitation serait de 1.4 millions d'euros par an. Ce coût est élevé, dans la mesure où le montant de l'investissement représente un montant sensiblement supérieur aux ventes annuelles du site.

Les quelques éléments disponibles laissent à penser que des solutions (produit ou procédé) de substitution existent pour les utilisateurs de tétrachloroéthylène, et qu'elles peuvent être financièrement praticables, mais que la recherche d'une solution se fait au cas par cas. Des marges de progression importantes existent pour l'amélioration des performances des machines de lavage par solvants chlorés, comme le montre la comparaison entre la situation française et celle d'autres pays européens.

Par contre, le traitement des rejets (chez les producteurs, transformateurs ou utilisateurs) semble plus difficile et financièrement plus lourd à mettre en place.

6 CONCLUSIONS

Le tétrachloroéthylène est un composé organique volatil, miscible dans la plupart des solvants organiques.

Le tétrachloroéthylène est principalement utilisé dans le secteur de l'ennoblissement textile et le nettoyage à sec, le dégraissage des métaux, et comme intermédiaire de synthèses chimiques, avec une consommation annuelle de 12 000 tonnes en 2005. Cet usage est en décroissance sensible. On constate que la consommation française de tétrachloroéthylène a fortement diminué ces vingt dernières années : elle est passée de 38 000 t en 1980 à 9 400 t en 2004. Le prix à la tonne du tétrachloroéthylène, quant à lui, a augmenté de 2004 à 2005 en ce qui concerne les exportations mais aussi les importations.

Aujourd'hui en France, Solvay est l'entreprise principale qui produit du tétrachloroéthylène, actuellement la production serait de l'ordre de 130 tonnes par jour.

TETRACHLOROETHYLENE

Le tétrachloroéthylène n'est pas présent naturellement dans l'environnement, les concentrations relevées sont anthropiques. La solubilité du tétrachloroéthylène étant relativement faible dans l'eau il se retrouve donc en quantité négligeable dans l'eau ainsi qu'en quantité négligeable dans les sols. On le retrouve majoritairement dans les zones côtières et dans les estuaires. Les rejets du tétrachloroéthylène dans l'environnement se font majoritairement dans l'air par les industriels ayant pour activité la mécanique et le traitement des surfaces.

Un important effort de recherche et de développement concernant la réduction des rejets a conduit à mettre au point des alternatives à l'utilisation du tétrachloroéthylène en matière de nettoyage. Le nettoyage au mouillé, le nettoyage à sec à base de produits pétroliers, et des technologies plus récentes basées sur l'utilisation du dioxyde de carbone liquide sont déjà commercialisés.

Des produits de substitution sont utilisés pour le dégraissage des métaux : des solvants inorganiques non chlorés, des lessives, ainsi que des procédés alternatifs (plasma, dioxyde de carbone supercritique,...).

Les quelques éléments disponibles laissent à penser que des solutions (produit ou procédé) de substitution existent pour les utilisateurs de tétrachloroéthylène, et qu'elles peuvent être financièrement praticables, mais que la recherche d'une solution se fait au cas par cas. Des marges de progression importantes existent pour l'amélioration des performances des machines de lavage par solvants chlorés, comme le montre la comparaison entre la situation française et celle d'autres pays européens.

Par contre, le traitement des rejets (chez les producteurs, transformateurs ou utilisateurs) semble plus difficile et financièrement plus lourd à mettre en place.

7 REFERENCES

7.1 Entreprises, organismes et experts interrogés

ARKEMA, groupe de chimie : sites de production à Saint-Auban (04), Lavéra (13) et Jarrie (38).

BEHR France, spécialisée dans le domaine des échangeurs thermiques pour l'industrie automobile, usager du tétrachloroéthylène.

SOLVAY Electrolyse France, société de chimie spécialisée dans la fabrication de produits issus de l'électrolyse du sel, producteur de tétrachloroéthylène.

Pressing de Pont de Chérury, Isère (38230)

TETRACHLOROETHYLENE

7.2 Sites Internet consultés

ADEME : Agence de l'environnement et de la Maîtrise de l'Energie.

<http://www2.ademe.fr/jsp/theses/these.jsp?num=628&catid=13843>

Aida: Textes de loi

<http://aida.ineris.fr>

Environnement Canada A - Composés chimiques toxiques dans la région atlantique du Canada
- Le Tétrachloroéthylène

<http://www.ns.ec.gc.ca/epb/envfacts/tetraf.html>

Environnement Canada B - Gestion des substances, Information sur la substance :
Le Tétrachloroéthylène

http://www.ec.gc.ca/TOXICS/FR/detail.cfm?par_substanceID=29&par_actn=s1

Environnement Canada C - Première liste de substances d'intérêt prioritaire (LSIP1) :
Tétrachloroéthylène

http://www.ec.gc.ca/substances/ese/fre/pesip/lsip1_tetrachoroethylene.cfm

EPER : European Pollutant Emission Register

<http://www.eper.cec.eu.int/>

EUROBONDING, Technologie du collage en tant que méthode d'assemblage

<http://www.eurobonding.org/Franz/Oberflaechen/nettoyage.htm>

EuroChlor: Chlorine Online Information Resource

<http://www.eurochlor.org/>

<http://www.eurochlor.org/upload/documents/document75.pdf>

European Chemicals Bureau, Toxicology and Chemical Substances

<http://ecb.jrc.it/IUCLID-DataSheets/127184.pdf>

IFAM : Institut Fertigungstechnik Materialforschung

<http://www.ifam.fraunhofer.de/>

INERIS, 2005 - Décret n° 2005-378 du 20 avril 2005 relatif au programme d'action contre la pollution des milieux aquatiques par certaines substances dangereuses

<http://aida.ineris.fr/textes/decrets/text2379.htm>

INRS : Institut National de Recherche et de Sécurité

TETRACHLOROETHYLENE

<http://www.inrs.fr/>

IREP : Registre Français des Emissions Polluantes

<http://www.pollutionsindustrielles.ecologie.gouv.fr/IREP/index.php>

Ministère de l'économie des finances et de l'industrie - Données de référence du commerce extérieur de la France, élaborées et publiées par la direction générale des douanes et droits indirects

http://lekiosque.finances.gouv.fr/AppChiffre/LEO/surcadre_LEO.asp

MMCC Microchem : fabricant de lubrifiants, solvants, détergents

<http://www.mmcc.fr/produits.php>

OSPAR - Stratégies 2003 de la Commission OSPAR pour la protection du Milieu Marin de l'Atlantique du Nord-est.

http://www.ospar.org/fr/html/sap/hazsub_strat.htm

Santé Canada - Méthodes d'analyse et techniques de traitement (eau potable)

http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/doc_sup_appui/tetrachloroethylene/index_f.html

SFC : Société Française de Chimie - Page concernant les Solvants Chlorés

<http://www.sfc.fr/donnees/mine/soch/texsoch.htm#util>

7.3 Bibliographie

Actu® Environnement, 2005. News de l'environnement du 08/11/05.

ADEME, 2003. Agence de l'environnement et de la Maîtrise de l'Energie - Rapport final janvier. Etat des lieux et perspectives des entreprises de régénération des solvants en France.

ARIST, 1995. Rapport Traitement de surfaces.

(<http://www.technologies-propres.com/pdf/traitementdesurface.pdf>).

CETIM, ADEME, DRIRE, Conseil Régional, Réduction des émissions de COV en Bourgogne...des solutions techniques, des retours d'expérience,

(http://www.cetim.fr/ressources/simples/607CD_Rom_Fiches_COV_Bourgogne.pdf).

Defra, Risk Reduction Strategy and Analysis of the Advantages and Drawbacks for Tetrachloroethylene, Final Report - Stage 4, August 2005, Entec UK Limited

DEGREMONT. Mémento technique de l'eau ; p856

TETRACHLOROETHYLENE

EUROCHLOR, 1997. Risk Assessment for the Marine Environment; OSPARCOM Region.; North Sea. Tetrachloroethylene ; 35p.

(<http://www.eurochlor.org/upload/documents/document75.pdf>).

ECB, 2005 (European Chemicals Bureau). Risk Assessment Report, Tétrachloroéthylène.

(http://ecb.jrc.it/documents/Existing-Chemicals/RISK_ASSESSMENT/REPORT/tetraENVreport021.pdf).

INERIS, 2005. Note d'étude sur les produits de substitution au perchloroéthylène dans les installations de nettoyage à sec. Rapport d'étude N°ERSA -05 n°9, p 6-11.

(www.ineris.fr/index.php?module=doc&action=getFile&id=2211).

INERIS, 2005. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, Trichloroéthylène.

INERIS, 2006a. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, Tétrachloroéthylène.

(<http://www.ineris.fr/index.php?module=doc&action=getFile&id=173>).

INERIS, 2006b. Fiche de données technico-économiques des substances chimiques, Xylène.

INRS, 2001. Fiche pratique de sécurité ED48, Dégraissage des métaux ; J.C. Mahieu et C. Boust.

([http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/inrs01_ts_fps_view/F24FCE26D38E2A20C1256CD900508F84/\\$File/ed48.pdf](http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/inrs01_ts_fps_view/F24FCE26D38E2A20C1256CD900508F84/$File/ed48.pdf)).

INRS, 2004. Fiche toxicologique n° 29 - tétrachloroéthylène. Institut National de Recherche et de Sécurité.

(<http://www.inrs.fr>).

INRS, 2006. Hygiène et sécurité du travail - Cahiers de notes documentaires - 4e trimestre 2006 - 205 / 84.

([http://www.hst.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParReference/PR%2026/\\$File/PR26.pdf](http://www.hst.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParReference/PR%2026/$File/PR26.pdf)).

IPPC, 2001. Best available techniques in common waste water and waste gas treatment / management systems in the chemical sector.

JOCE, 1996. Commission Directive 96/54/EC, 22th time Council directive 67/548EEC. Official Journal of the European Communities.

Lyman W.L., Reehl W.F. and Rosenblatt D.H. (1981) - Handbook of Chemical Property Estimation Methods - Environmental Behavior of Organic Compounds. Washington, American Chemical Society. vol 15.17-15.33.

NIOSH, 1997 A. Hazard control 17: control of exposure to perchloroethylene in commercial drycleaning (substitution), CDC.

(<http://www.cdc.gov/niosh/topics/dryclean/>).

TETRACHLOROETHYLENE

NIOSH, 1997 B. Control of health and safety hazards on commercial drycleaners.U.S. Department of Health and Human Services. Centers for Diseases Control, december 1997.

OSPAR, 1998. Compte rendu réunion ministérielle de la commission OSPAR sur la convention OSPAR pour la protection du milieu marin de l'atlantique du Nord-Est (Annexe 34).

US EPA, 1998. Cleaner Technologies Substitutes Assessment: Professional Fabricare Processes. Office of Pollution prevention and Toxics, Report n° 744-B-98-001 june 1998.

Wakeham S.G., Davis A.C. and Karas J.L. (1983) - Mesocosm experiments to determine the fate and persistence of volatile organic compounds in coastal seawater. Environ Sci Technol, 17, 10, 611-617.