

1,2-DICHLOROETHANE

Dernière mise à jour : 27/03/2006

RESPONSABLE DU PROGRAMME

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

EXPERTS AYANT PARTICIPE A LA REDACTION

L. MALHERBE, J.-M. BRIGNON, S. SOLEILLE, E. MARTINEZ

1,2-DICHLOROETHANE

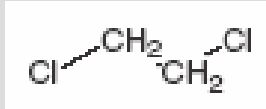
SOMMAIRE

1	Généralités	3
1.1	Définition et caractéristiques principales.....	3
1.2	Réglementations	4
2	Production et utilisations.....	7
2.1	Fabrication.....	7
2.2	Production et vente	8
2.3	Utilisations.....	11
3	Rejets et présence dans l'environnement	13
3.1	Principales sources de rejet.....	13
3.2	Rejets industriels	14
3.3	Rejets liés à l'utilisation de produits	16
3.4	Présence dans l'environnement	16
4	possibilités de réduction des rejets.....	19
4.1	Produits de substitution.....	19
4.2	Réduction des émissions industrielles	21
5	Aspects économiques	23
5.1	Place de la substance dans l'économie française.....	23
5.2	Impact économique des mesures de réduction.....	24
6	Conclusions	24
7	Références.....	25
7.1	Entreprises, organismes et experts interrogés	25
7.2	Sites Internet consultés	25
7.3	Bibliographie	26

1,2-DICHLOROETHANE

1 GENERALITES

1.1 Définition et caractéristiques principales

Substance chimique	N° CAS	N° EINECS	Synonymes	Forme physique (*)
<p>1,2-DICHLOROETHANE C₂ H₄ Cl₂</p> 	107-06-2	203-458-1	Dichloro éthane Dichloro éthylène ethane,1,2-dichloro, sym-dichloroethane. Chlorure d'éthylène Dichlorure d'éthylène 1,2-bichloroethane 1,2-ethylene dichloride acethylenchlorid glycol dichloride bichlorure d'ethelene EDC DCE 1,2-DCE	Liquide incolore avec une odeur caractéristique

(*) dans les conditions ambiantes habituelles

Selon la fiche n° 54 de l'INRS (INRS, 1997), le 1,2-dichloroéthane (1,2-DCE ou DCE) se présente sous la forme d'un liquide incolore, mobile. Son odeur rappelle celle du trichlorométhane (chloroforme), la limite olfactive varie de 3 à 100 ppm. Il est très peu soluble dans l'eau (0,8 % en poids à 20°C), mais miscible à la plupart des solvants organiques. En outre, le 1,2-DCE dissout un grand nombre de substances telles que graisses, huiles, résines, etc. En association avec l'alcool éthylique, c'est un solvant de l'acétate de cellulose et de la nitrocellulose.

Son index dans la classification européenne spéciale (Directive 2001/59/CE) est 602-012-00-7. Il appartient à la famille des Composés Organo-Halogénés Volatils (C.O.H.V) et des dérivés halogénés des hydrocarbures.

1,2-DICHLOROETHANE

Convenablement stabilisé par addition de 0,1 à 0,2% d'alkylamine (par exemple la diisopropylamine), le 1,2-DCE commercial est un produit stable à température ordinaire. A des températures supérieures à 100°C et sous l'action de l'air, de la lumière, de la pression ou de catalyseurs, il tend à donner naissance au chlorure d'hydrogène.

La décomposition thermique du 1,2-DCE conduit à la formation de produits toxiques. Entre 340 °C et 515 °C, on a pu caractériser le chlorure de vinyle, le chlorure d'hydrogène et des traces d'acétylène. Il peut également se former du dichlorure de carbonyle.

Le 1,2-DCE est sans action sur les métaux usuels à froid mais la formation à chaud de produits de dégradation acides peut provoquer une corrosion des surfaces métalliques. Le 1,2-DCE peut réagir violemment au contact des oxydants, des métaux alcalins et alcalino-ferreux et de divers métaux à l'état pulvérulent.

1.2 Réglementations

1.2.1 Classification

Le 1,2-DCE est réglementé dans la Directive 93/72/CEE du 01 septembre 1993, 19^{ième} adaptation de la directive 67/548/CEE du Conseil qui concerne le rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives relatives à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses.

La substance est ainsi classifiée :

- * cancérogène, catégorie 2: T, R45 (peut provoquer le cancer)
- * nocif par inhalation: Xn, R22
- * facilement inflammable: F, R11
- * irritant pour les yeux, les voies respiratoires et la peau: Xi, R36/37/38

Cette classification s'applique aux composés purs. Des limites spécifiques existent pour les propriétés toxicologiques

conc. \geq 25 % T, R45-22-36/37/38

20 % \leq conc. < 25 % T, R45-36/37/38

0.1 % \leq conc. < 20 % T, R45

1.2.2 Rejets dans les milieux aquatiques

1,2-DICHLOROETHANE

France :

Le tableau 1 suivant reprend les valeurs limites en concentration et en flux définies dans l'arrêté du 2 février 1998 pour le 1,2-DCE (EDC) (paragraphe 4 de l'article 32).

Tableau 1 : Valeurs limites en concentration et en flux pour les secteurs d'activité

Secteurs d'activité	Production uniquement de 1,2-DCE	Production de 1,2-DCE et transformation et/ou utilisation sur le même site à l'exception de la production d'échangeurs d'ions	Transformation de 1,2-DCE en d'autres substances que le chlorure de vinyle ¹
Valeur Limite de Concentration	1,25 mg/l	2,5 mg/l	1 mg/l
Flux spécifiques	2,5 g/t de capacité de production de 1,2-DCE purifié ²	5 g/t de capacité de production de 1,2-DCE purifié ³	2,5 g/t de capacité de transformation de 1,2-DCE

Par ailleurs un prélèvement continu des effluents proportionnel au débit et une mesure journalière doivent être réalisés, lorsque le rejet annuel dépasse 30 kg/an pour l'EDC.

En **France** et en **Europe**, le DCE n'est pas directement concerné par le décret n° 2001-1220 du 20 décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine à l'exclusion des eaux minérales naturelles, en revanche la Directive 98/83/CE du Conseil du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine (CE, 1998) limite les teneurs en DCE pour les eaux de consommation à 3 µg/l:

Pour l'**OMS**, (Directives de qualité pour l'eau de boisson (2004))⁴, la valeur guide est de 0,030 mg/L (30 µg/L) pour un excès de risque de cancer de 10⁻⁵.

¹ Sont visées notamment les productions de diamino-1,2-éthane, d'éthylène polyamines, de 1,1,1-trichloroéthane, de trichloroéthylène et de perchloréthylène.

² La capacité de production de 1,2-dichloroéthane purifié tient compte du recyclage vers la station purification, de la fraction de 1,2- dichloroéthane non craquée dans l'unité de fabrication de chlorure de vinyle associée à l'unité de fabrication de 1,2- dichloroéthane.

³ La capacité de production de 1,2-dichloroéthane purifié tient compte du recyclage vers la station purification, de la fraction de 1,2- dichloroéthane non craquée dans l'unité de fabrication de chlorure de vinyle associée à l'unité de fabrication de 1,2- dichloroéthane.

1,2-DICHLOROETHANE

L'USEPA a établi un niveau maximum de 0,005 mg/l (5 µg/l) pour l'eau de boisson (ATSDR, 2001).

L'OSPAR dans sa décision 98/4 donne des valeurs limites pour les rejets dans l'eau, voir le tableau 2 et le paragraphe 1.2.4.

1.2.3 Rejets dans l'air

1.2.3.1 France

Concernant les rejets dans l'air des établissements classés, selon l'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature émanant des installations classées et soumises à autorisation, un arrêté préfectoral d'autorisation fixe des valeurs limites de rejet des effluents gazeux si le flux horaire de rejet de 1,2-DCE dépasse 25 g/h (annexe IV d, article 27).

1.2.4 Décision de l'OSPAR

Au niveau international, une décision de l'OSPAR (Conventions d'Oslo et de Paris pour la prévention de la pollution marine) définit des plafonds d'émissions et de rejets applicables à la fabrication du CVM (chlorure de vinyle), la fabrication du 1,2-dichloroéthane (DCE), et du PVC (polychlorure de vinyle). Son but est de protéger la zone maritime des effets préjudiciables des activités humaines dans ces domaines (libération de quantités significatives d'organohalogénés et d'émissions d'hydrocarbures).

La Décision OSPAR 98/4⁵, sur les plafonds d'émissions et de rejets applicables à la fabrication du chlorure de vinyle monomère (CVM) incluant la fabrication du 1,2-dichloroéthane (DCE), fixe les plafonds d'émissions et de rejets pertinents pour le DCE comme décrit dans le tableau 2. Ces mesures sont applicables aux nouvelles installations à partir du 9 février 1999 et aux installations existantes à partir du 1er janvier 2006.

⁴ http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/en/gdwq3_ann4tab.pdf

⁵ Publiée par le décret no 2001-1052 du 5 novembre 2001.

1,2-DICHLOROETHANE

Tableau 2 : Plafonds d'émissions selon la Décision OSPAR 98/4

Substance	Plafond
DCE	Plafonds d'émissions atmosphériques (1) : 5 mg/Nm ³ (2)
CVM	Plafonds d'émissions atmosphériques (1) : 5 mg/Nm ³ (2)
Hydrocarbures chlorés (4)	Plafonds de rejet dans les eaux (3) : 0,7 g/tonne de capacité de purification du DCE

(1) Plafonds d'émissions atmosphériques s'appliquant à toutes les installations de fabrication de CVM implantées sur les territoires des parties contractantes - (2) Normalisés aux conditions suivantes : température de 273°K, pression 101,3 kPa et 11% d'oxygène sec. - (3) Plafonds de rejets dans les eaux (effluents aqueux entiers) ne s'appliquant qu'aux installations de fabrication de CVM, dont les rejets peuvent atteindre la zone maritime de la Convention OSPAR par voie d'eau. - (4) Après désessencement, avant traitement secondaire.

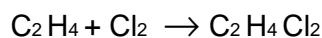
Par ailleurs, une recommandation de l'OSPAR (PARCOM 96/2) préconise l'usage des meilleures techniques disponibles dans la fabrication de CVM et de 1.2-dichloroéthane (EDC).

2 PRODUCTION ET UTILISATIONS

2.1 Fabrication

Le 1,2-dichloroéthane est produit industriellement par chloration directe de l'éthylène en phase liquide suivant la réaction :

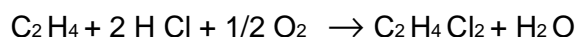
catalyseur



La réaction se déroule à une température de 40 à 50 °C et le catalyseur employé est le chlorure de fer.

Il peut également être obtenu par réaction catalysée entre l'éthylène, l'acide chlorhydrique et l'oxygène (l'oxychloration) :

catalyseur



Dans cette seconde méthode, la réaction est opérée à une température de 200 à 300 °C, à une pression de 0,4 à 0,6 Mpa et un sel de cuivre est généralement utilisé comme catalyseur (INERIS, 2004).

1,2-DICHLOROETHANE

2.2 Production et vente

2.2.1 Situation étrangère

Le DCE a été produit pour la première fois en 1975, et a été le premier organohalogéné à être synthétisé (IARC, 1979). Il est commercialisé pur à 97-99% (Drury et Hammons, 1979).

La production annuelle de 1,2-dichloroéthane au Canada en 1990 est estimée à 922 000 tonnes (CPI, 1991), alors que celle des Etats-Unis en 1991 était de 6 318 000 tonnes (Chemical Marketing Reporter, 1992 ; OMS, 1995), donc en augmentation par rapport aux 5 038 000 tonnes de 1980 (Kirschmer et Ballschmiter, 1983). Plus de 1 million de tonnes de 1,2-dichloroéthane ont été produites au Royaume-Uni en 1991 (UK HSE, 1992).

Le site américain de l'EPA (Inventory Update Rules, IUR)⁶ qui répertorie les inventaires des émissions déclarées par les industriels donne les chiffres pour le 1,2-DCE. Mais, le site ne fournit que des intervalles de productions (de 10 milles livres à 500 milles, de 500 000 à un million, de un million à 50 millions, etc.), permettant ainsi d'avoir un ordre d'idée. Pour le 1,2-DCE, de 1986 à 2002, la production donnée par l'IUR⁷ est supérieur à 5 millions de tonnes, ce qui est cohérent avec les autres sources.

En 1989, aux Etats-Unis, plus de 18 000 tonnes étaient importées et 544 000 exportées. En 2000, ces chiffres étaient de 136 000 tonnes en importation et 900 000 en exportation (ITA, 2001), donc en très nette progression.

Chem Source (2001)⁸ a répertorié 35 fournisseurs aux Etats-Unis. Au Canada, Dow Chemical est le seul producteur et le principal utilisateur canadien de 1,2-dichloroéthane à deux différents sites de la compagnie au Canada : Fort Saskatchewan, Alberta (production), et North Vancouver, C.- B. (terminal d'exportation en vrac) (Environnement Canada⁹).

Le site américain de l'EPA (Inventory Update Rules, IUR)¹⁰ donne également les producteurs américains, il en répertorie 11.

Le DCE est essentiellement utilisé pour produire du chlorure de vinyle (CVM).

La production de CVM mobilise 35% de la production de chlore européen, et 50% de la production de chlore français. Cette production est d'ailleurs en forte augmentation depuis

⁶ <http://www.epa.gov/oppt/iur/iur02/index.htm>

⁷ http://www.epa.gov/cgi-bin/iursrch3_2002.cgi

⁸ <http://www.chemsources.com>

⁹ http://www.ec.gc.ca/epa-epe/1_2-DCE-Dow/fr/index.cfm

¹⁰ <http://www.epa.gov/oppt/iur/iur02/index.htm>

1,2-DICHLOROETHANE

ces dernières décennies. En 1991, la capacité de production mondiale de CVM était, de 21 millions de tonnes (Vignes, J,L, 1997). En 1997, la production mondiale de CVM a été de 24 millions de tonnes. Et en se basant sur les capacités de production de PVC, les capacités de production de CVM devaient être, en 2002, supérieures à 32 millions de tonnes.

Avec le calcul des masses molaires entre le chlorure de vinyle et le DCE¹¹, on peut en déduire les capacités mondiales de production du DCE, reprises dans le tableau 3.

Tableau 3 : capacité mondiale de production de CVM et de DCE

année	CVM	DCE
1991	21	33
1997	24	38
2002	32	51

L'ECVM (European Council of Vinyl Manufacturers), qui représente 90 % de la production européenne de CVM et de dichlorure d'éthylène, compte 14 entreprises et 25 usines de production de chlorure de vinyle en Europe de l'ouest : Belgique (3), France (3), Allemagne (8), Italie (4), Pays Bas (1), Norvège (1), Espagne (2), Suède (1), RU (2) (Euro Chlor, 1999, citant ECVM, 1998).

2.2.2 Situation française

En Europe, les usines de 1,2-DCE sont souvent intégrées aux usines de CVM. Dans les années 1980, la production européenne de 1.2-DCE était équivalente à celle des USA (Ullmann, 1985).

Les capacités de production des sites français sont présentées dans le tableau 4. La capacité de DCE est calculée en supposant qu'elle est effectivement intégrée à chacune des usines de CVM.

¹¹ La capacité de production de DCE = capacité de production de CMV x 99/62,5 (qui sont les masses molaires des substances).

1,2-DICHLOROETHANE

Tableau 4 : Capacité de production annuelle de CVM et calculée de DCE¹² (kt/an)

Sites	CVM		DCE	
	1991*	2003 **	1991	2003
Fos sur Mer (Arkema) *	350	375	554	594
Lavéra (Arkema)	440	470	697	744
Tavaux (Solvay)	200	320	317	507
Saint Auban (Arkema), fermeture prévue en 2006	120	125	190	198
Total	1110	1290	1758	2043

* Selon http://www.106.us/f/polychlorure_vinyle/index.htm#SITUATION. ** selon *chemical economics handbook*, 2003

La production française de CVM et de DCE est donc en légère hausse depuis une vingtaine d'années. Elle va même diminuer en 2006 avec la fermeture du site de St-Auban. Toutefois, cette situation est uniquement caractéristique de la France, et s'inscrit dans la stabilisation française de la production de chlore (Syndicat des Halogènes et Dérivés, SHD, 2005). En revanche, en Allemagne, la production de chlore a augmenté de près de 35 % en vingt ans.

Selon le Syndicat des Halogènes et Dérivés (SHD) (communication personnelle), en France, a production de DCE serait en 2004 de 1,9 millions de tonnes, pour 1,2 millions de tonnes de CVM, validant ainsi les chiffres du tableau 4, et le fait que les unités de fabrication de DCE sont intégrées aux sites de CVM. Ce Syndicat donne également les mêmes producteurs, ainsi que l'usine ARKEMA de Jarrie qui produirait du DCE pour permettre le stockage de chlore et faciliter le transport. En effet, transporter le chlore sous forme de DCE est moins dangereux.

¹² La capacité de production de DCE = capacité de production de CMV x 99/62,5 (qui sont les masses molaires des substances).

1,2-DICHLOROETHANE

2.3 Utilisations

2.3.1 Le 1,2-dichloroéthane

Le 1,2-dichloroéthane est principalement utilisé comme intermédiaire dans la synthèse du chlorure de vinyle (INERIS, 2004). Cet usage représenterait 95% de l'emploi du 1,2-DCE (EuroChlor, 1997) (RPA, 2002).

Il est également employé dans la production de solvants chlorés tels que le 1,1,1-trichloroéthane, le trichloroéthylène et le tétrachloroéthylène.

Ses autres domaines d'utilisation sont divers, certains sont maintenant anecdotiques voire inexistantes :

- fabrication d'éthylènediamine, d'éthylène glycol, de chlorure de polyvinyle, de nylon, de rayonne, de matières plastiques diverses,
- solvant pour les graisses, les huiles, les cires, les résines, le caoutchouc et pour l'extraction d'épices,
- traitement par fumigation des grains (céréales), des vergers, des bâtiments agricoles et des champignonnières,
- solvant dans la fabrication de peintures, de vernis, de détachants, de savons, de produits nettoyants et d'agents mouillants.
- fabrication d'alkyles de plomb, mais leur usage est déclinant (EC, 2002a)
- en faible quantité dans la synthèse de l'oxyde d'éthylène (EC, 2002a)
- antidétonant dans l'essence sans plomb.

Selon le Département de la santé américain (ROC, 1981), le DCE utilisé comme solvant ou dégraissant a été remplacé par des substances moins nocives.

Il était utilisé avant comme dissolvant dans les peintures, mais aujourd'hui ce n'est plus le cas.

2.3.1.1 Synthèse du CVM

Le chlorure de vinyle monomère (CVM) est produit industriellement à partir d'éthylène et de chlore ou de chlorure d'hydrogène (gaz chlorhydrique) en deux étapes successives :

- La première étape consiste à fabriquer du 1,2-dichloroéthane, soit par chloration directe d'éthylène avec du chlore, soit par chloration d'éthylène avec l'acide chlorhydrique (HCL) et l'oxygène (oxychloration).
- La seconde étape consiste en la pyrolyse du dichloroéthane en phase gazeuse (Euro Chlor, 2001 ; EC, 2002a ; INERIS, 2001) :

1,2-DICHLOROETHANE



2.3.1.2 Synthèse du trichloréthylène

Selon le site internet de la Société française de la chimie (SFC¹³), en France, la synthèse du trichloroéthylène à partir de l'éthylène ou du 1,2-dichloroéthane (avec le 1,1,2-trichloroéthane comme intermédiaire) est la seule réaction utilisée (35 000 t.an⁻¹ de capacité de production à l'usine Arkema de Saint-Auban).

Néanmoins, des solutions alternatives existent : la synthèse du trichloroéthylène à partir de l'acétylène ou du 1,2-dichloroéthane ; d'autres procédés hydrogènent le perchloréthylène ou craquent un mélange de tétrachloroéthanes et de pentachloroéthane. Dans un but de diminution des rejets de T112, certaines de ces substitutions pourraient être encouragées.

2.3.1.3 Synthèse du 1,1,1-trichloroéthane

Selon le site internet de la SFC, en France, la synthèse du 1,1,1-trichloroéthane à partir du 1,2-dichloroéthane (avec le 1,1,2-trichloroéthane comme intermédiaire) est la seule réaction utilisée (50 000 t.an⁻¹ de capacité de production à l'usine Arkema de Saint-Auban).

2.3.2 Chlorure de vinyle (CVM)

Selon Euro Chlor (1999), 99 % du chlorure de vinyle est utilisé comme monomère pour la production de polychlorure de vinyle (PVC) et des copolymères associés. Un exemple de copolymère est la production de chlorure de polyvinylidène, un plastique utilisé pour les emballages (Tickner, 1998).

L'OMS (1999) estime, quant à lui, le pourcentage du CVM utilisé dans la fabrication de PVC à 95 %. Selon la même source, les autres 5 % seraient utilisés comme intermédiaire dans la production de solvants chlorés (cf. aussi EC, 2002a), en particulier du 1,1,1-trichloroéthane. Toutefois, la production comme solvant de ce dernier produit n'est plus autorisée, en France, depuis 1996 (Vignes, J.L., 2005). L'entreprise Arkema de St Auban continue, ainsi, à le produire comme matière première mais en utilisant un réactif autre que le CVM. Enfin, le CVM est utilisé comme matière première pour la synthèse organique (INERIS, 2003). On estime à 300 000 tonnes les applications du chlorure de vinyle hors PVC.

¹³ <http://www.sfc.fr/>

1,2-DICHLOROETHANE

Pour plus de précisions sur les usages du CVM, voir la fiche INERIS de données technico-économiques sur ce composé (INERIS, 2006).

2.3.3 Polychlorure de vinyle (PVC)

Le PVC, premier consommateur du CVM, est le 3ème polymère utilisé dans le monde après les polyéthylènes et les polypropylènes (EC, 2005). Grâce à ses caractéristiques (résistance, isolation, légèreté, imperméabilité, durabilité, résistance mécanique, etc.), il est utilisé dans de nombreux secteurs industriels :

Tableau 5 : Utilisation du PVC par secteur en France et en Europe de l'Ouest, en %

Secteurs d'utilisation	France (1996) *	France (2003) **	Europe de l'Ouest (1993) *
Bâtiment	50	69	55
Emballage	30	9.5	15
Electricité, électronique	8	6.4	9
Produits de consommation		2.5	9
Transports	6	7.6	3
Loisirs et divers	6	5	9

Source : (*) http://www.106.us/f/polychlorure_vinyle/index.htm#Utilisations ; (**) SPMP, 2003

3 REJETS ET PRESENCE DANS L'ENVIRONNEMENT

3.1 Principales sources de rejet

Il n'y a pas de sources naturelles de 1,2-dichloroéthane. Les rejets dans l'environnement peuvent être issus de la fabrication, de l'utilisation, du stockage, de la distribution et de l'élimination du 1,2-dichloroéthane (ATSDR 2001). EPA's Toxic Chemical Release Inventory (TRI) comptabilise 96 installations industrielles qui produisent, transforment ou autrement utilisent le 1,2-dichloroéthane en 1988 (TRI88, 1990). De ces installations, les rejets de 1,2-dichloroéthane dans l'environnement sont estimés à 2 400 tonnes. Selon le TRI99 (2001), en 1999, environ 227 tonnes (88.7% du total des rejets sur sites) de 1,2-dichloroéthane ont été émises dans l'air, 0,41 tonnes (0.15%) dans l'eau et 1,35 tonnes (0.48%) dans le sol. TRI (2001) rapporte aussi un rejet en dehors des sites de 309 tonnes. Il y aurait donc eu une très forte baisse des rejets aux USA en dix ans.

1,2-DICHLOROETHANE

Le DCE peut être rejeté dans l'eau à travers les effluents de l'industrie qui produit ou utilise la substance. De plus, il peut être déversé dans l'atmosphère ou les eaux souterraines à travers les dépôts dans les déchetteries.

3.2 Rejets industriels

Selon l'INCHEM (1995), le DCE est rejeté dans l'environnement principalement à travers les émissions dans l'air ambiant pendant sa production et celle du chlorure de vinyle. Il est récupéré à partir des effluents industriels par une distillation à deux étapes. Ces effluents sont alors incinérés (McPherson et al., 1979), l'efficacité de la destruction est alors estimée à 99,99 % (US EPA, 1986).

Le rejet dans l'atmosphère du DCE issu de la production de biens peut provenir de plusieurs sources. Le rejet accidentel correspond habituellement à 50 % du total. L'EPA estime à 18 000 t de DCE, les rejets dans l'atmosphère aux USA en 1982 provenant des sources fugitives (valves, tec.), des cuves de stockage, des sources secondaires (ex émissions du processus de traitement des eaux usées), des fissures et des opérations d'expéditions (US DHHS, 1994).

Euro Chlor rapporte les émissions de 1,2-dichloroéthane (Euro Chlor, 1999) par les industriels européens dans l'air et dans l'eau.

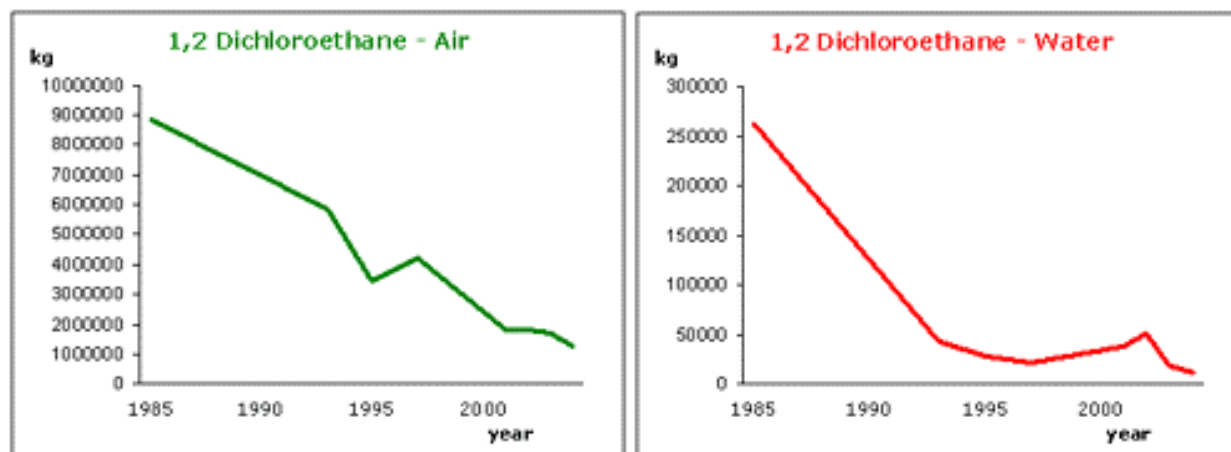


Figure 1. Emissions industrielles de 1,2-dichloroéthane (en kg) dans l'eau et dans l'air d'après Euro Chlor (1999)¹⁴.

¹⁴ <http://www.eurochlor.org/COCEM>

1,2-DICHLOROETHANE

Ces graphiques montrent que les émissions de 1,2-DCE sont en forte diminution depuis 1985 en Europe. En outre, ils montrent également que les rejets dans l'air sont pratiquement 100 fois plus importants que les rejets dans l'eau. Ainsi, en 1995, les émissions de CVM dans l'air étaient de l'ordre de 3 millions kg/an et de 30 000 kg/an dans l'eau.

Le Registre français des émissions polluantes issues d'établissements français comporte des données d'émission de 1,2-DCE dans l'air et dans l'eau en France (cf. tableau 5bis).

Tableau 5bis : Emissions de 1,2-DCE en 2004 dans l'air et dans l'eau, en kg/an

Source : Registre français des émissions polluantes¹⁵

Etablissement	Localisation	Activité principale	Rejet en eau direct	Rejet dans l'air	Rejet en eau indirect
Albemarle	13110 Port-de-Bouc	Chimie et parachimie	n.d.	160000	n.d.
Albemarle Ppc	68802 Thann	Chimie et parachimie	141	14400	n.d.
Arkema	13500 Martigues	Chimie et parachimie	n.d.	288000	627
Arkema	04600 Château-Arnoux-Saint-Auban	Chimie et parachimie	1200	358000	n.d.
Arkema	38560 Jarrie	Chimie et parachimie	401	96700	n.d.
Arkema Pierre-bénite	69491 Pierre-Bénite	Chimie et parachimie	60	n.d.	n.d.
Astrazeneca Monts	37260 Monts	Chimie et parachimie	n.d.	n.d.	n.d.
Aventis Principes Actifs Pharmaceutiques	69583 Neuville-sur-Saône	Chimie et parachimie	92	n.d.	n.d.
Aventis Principes Actifs Pharmaceutiques (centre De Production De Vitry-sur-seine)	94400 Vitry-sur-Seine	Chimie et parachimie	n.d.	30100	81
Calaire Chimie	62104 Calais	Chimie et parachimie	n.d.	n.d.	401
Crealis	69800 Saint-Priest	Pétrole et gaz	n.d.	n.d.	n.d.
Eurenco France	84706 Sorgues	Chimie et parachimie	n.d.	n.d.	n.d.
Guerlain	28000 Chartres	Chimie et parachimie	n.d.	n.d.	n.d.

¹⁵ <http://www.pollutionsindustrielles.ecologie.gouv.fr/IREP/index.php>

1,2-DICHLOROETHANE

Hôpitaux De Brabois	54511 Vandoeuvre-lès-Nancy	Divers et services	n.d.	n.d.	n.d.
Interor	62100 Calais	Chimie et parachimie	72	n.d.	n.d.
Lbc Marseille/fos	13500 Martigues	Pétrole et gaz	n.d.	2340	n.d.
Orgasynth Industries	06131 Grasse	Chimie et parachimie	n.d.	n.d.	n.d.
Pfizer Pgm	49007 Angers	Chimie et parachimie	n.d.	n.d.	n.d.
Rohm And Haas France	02300 Chauny	Chimie et parachimie	17	33400	n.d.
Sanofi Chimie	30390 Aramon	Chimie et parachimie	n.d.	13300	n.d.
Solvay Electrolyse France	39500 Tavaux	Chimie et parachimie	11	n.d.	n.d.
Solvay Specialites France	13200 Arles	Chimie et parachimie	450	1400	n.d.
Solvin	39500 Tavaux	Chimie et parachimie	n.d.	6300	n.d.
Syndicat Mixte De La Plaine De L'ain (station D'épuration Du Parc Industriel De La Plaine De L'ain)	01150 Saint-Vulbas	Déchets et traitements	20	n.d.	n.d.
Vinylfos	13773 Fos-sur-Mer	Chimie et parachimie	109	139000	n.d.
	TOTAL		2573	1142940	1109

Ces données indiquent que c'est surtout le secteur de la chimie qui est concerné, et que les émissions atmosphériques sont donc très largement supérieures à celles vers les milieux aquatiques.

(EC, 2002a) indique que le facteur d'émission atmosphérique typique d'une usine de CVM est de 1 kg de 1,2-DCE par tonne de CVM. Le facteur d'émission pour l'eau est de l'ordre de 5 g/tonne.

3.3 Rejets liés à l'utilisation de produits

Le DCE était aussi rejeté dans l'atmosphère par les émissions des automobiles car il était contenu dans la formule de l'antidétonant pour l'essence au plomb. Ce n'est plus le cas aujourd'hui, l'essence au plomb ayant totalement disparu en France.

3.4 Présence dans l'environnement

La présence de 1,2-dichloroéthane dans l'environnement est uniquement anthropique. Elle résulte de la production et des diverses utilisations de ce produit. Les goudrons de dichlorure d'éthylène, sous-produits de la synthèse du chlorure de vinyle, peuvent également générer du 1,2-dichloroéthane (INERIS, 2004).

1,2-DICHLOROETHANE

Selon l'OMS (1998), La plus grande partie du 1,2-dichloréthane libéré dans l'environnement se retrouve dans l'air ambiant où sa persistance est modérée. Sa durée de vie est estimée dans l'atmosphère entre 43 et 111 jours dans la littérature. Du DCE peut être rejeté par les effluents industriels dans le milieu aquatique, d'où il se volatilise rapidement (Dilling et al., 1975). Le DCE peut aussi se retrouver dans les eaux souterraines près des sites de déchets industriels. Le potentiel de bioaccumulation du 1,2-dichloréthane est faible.

Tableau 6 Partition du 1,2-dichloroéthane entre les différents compartiments de l'environnement (calculs Mackay level 1) (Mackay Patterson, 1990)

Compartiment	%	Demi-vie ¹⁶
Air	97,1-97,26	62 jours
Eau	2,73-2,89	1,4 heure
Sol	0,01	-
Sédiment	0,01	-

Selon Eurochlor (1997), le DCE dans la troposphère est oxydé par des radicaux d'hydroxyde en donnant comme produits de dégradation le trichlorométhane (chloroforme) (89%) et du chlorure de chloracétyle (11%) (Pearson et al. 1975 ; Wallington et al. 1996).

Dans les eaux côtières et les estuaires, Euro Chlor (1997) relève des concentrations de 0,005 µg/l à 6,4 µg/l. Les données de contrôles de DCE dans des eaux côtières ou estuaires d'Europe sont indiquées dans le tableau 7 suivant.

Tableau 7: concentration de 1,2-DCE dans les eaux côtières ou estuaires

Source Eurochlor (1997)

Localisation	Concentration	année
Elbe estuary (D)	<1µg/l	1993
Weser estuary (D)	<1µg/l	1993
Rhine (D/NL border)	<0.5 µg/l	1993
Ijsselmeer (NL)	<2 µg/l	1990-1991
Schelde (B/NL border)	0.2µg/l	1993

¹⁶ source : Euro Chlor, 1997

1,2-DICHLOROETHANE

Rhine estuary (NL)	<0.647 µg/l	1983-1984
Meuse (B/NL border)	<2 µg/l	1993
Tees estuary (UK)	0.1-6.4 µg/l	1995
Tees estuary (UK)	0.72-4.02 µg/l	1994
Solent estuary (UK)	0.04-0.53 µg/l	1991
Other UK estuaries	<0.03 µg/l	1993
Seine estuary (F)	<1 µg/l	1995
Coastal water (NL)	<0.005-0.647 µg/l	1983-1984

Les données les plus représentatives de la présence dans les différents médias sont résumées dans le tableau 8 suivant (source : OMS, 1998). Les concentrations moyennes de 1,2-dichloroéthane dans l'air ambiant dans les villes sont de 0,07 - 0,28 g/m³ au Canada, <0,004-3,8 g/m³ au Japon, et 1,2 g/m³ au Royaume Uni et les Pays-Bas. Des enquêtes aux Etats-Unis donnent des niveaux moyens de 0,33-6,05 g/m³. Cependant, des pics de concentrations ont été détectés près des implantations chimiques : 736 g/m³ (US EPA, 1985).

Les niveaux moyens dans l'air intérieur sont de <0.1 g/m³ au Canada, 0.1-0.5 g/m³ aux USA, et 3.4 g/m³ aux Pays-Bas.

Dans l'eau de consommation, les concentrations moyennes de 1,2-dichloroéthane sont généralement inférieures à 0.5 g/litre, chiffre basé sur les résultats d'enquêtes au Canada, USA, Japon et Espagne. Bien qu'il y ait très peu de données récentes, le 1,2-dichloroéthane a été très rarement détecté dans les eaux de surface à des concentrations supérieures à 10 g/litre.

Tableau 8 : niveau de 1,2-dichloroéthane dans les différents milieux : source OMS, 1998, p.6

milieu	Pays	Années	concentrations
Air ambiant	Canada	1988-1990	0,07 - 0,28 g/m ³
Air ambiant	Japon	1992	<0,004 - 3,8 g/m ³
Air ambiant	Royaume Unis	1982,1983	1,2 g/m ³
Air ambiant	Pays Bas	1980	1,2 g/m ³
Air ambiant	Etats Unis	1980-1982	0,33 - 6,05 g/m ³
Air intérieur	Canada	1991	< 0.1 g/m ³
Air intérieur	Etats Unis		0,1 - 0,5 g/m ³
Air intérieur	Pays Bas	1984-1985	3,4 g/m ³
Eau potable	Canada	1988-1991	< 0,05 - 0,139 g/l
		1990	< 0,2 g/l
		1982-1983	< 0,1 g/l
Eau potable	Etats Unis	Début des années 80	ND - 19 g/l
			ND - 0,05 g/l

1,2-DICHLOROETHANE

Eau potable	Japon	1976	< 0,5 - 0,9 g/l
Eau potable	Espagne	1987	2 - 22 g/l
Eau de surface	Canada	1981-1985	< 0,06 g/l
Eau de surface	Japon	1992	0,01 - 3,4 g/l
Aliment	Canada	1991	< 50 g/kg (solide)
		1992	< 5 g/kg (solide)
Aliment (19 échantillons)	Etats Unis	Non spécifié	ND - 0,31 g/kg
		Non spécifié	ND - 8,2 g/kg
Aliment (231 échantillons)	Etats Unis	Non spécifié	<9-30 g/kg

4 POSSIBILITES DE REDUCTION DES REJETS

4.1 Produits de substitution

4.1.1 Le 1,2-Dichloroéthane

- Synthèse du Chlorure de vinyle

Il n'y a pas de produit de substitution au DCE pour synthétiser le CVM (RPA, 2002).

- Solvant

L'INRS indique qu'il est possible de remplacer le 1,2-dichloroéthane par le 1,1,1-trichloroéthane ou le dichlorométhane. Cependant, ces deux solvants sont également des substances dangereuses pour les milieux aquatiques et sont visées respectivement par la Directive 76/464/CE et la Directive Cadre Eau.

4.1.2 Chlorure de vinyle

- Synthèse du PVC

Il n'y a pas de produit de substitution au CVM pour synthétiser le PVC.

4.1.3 Polychlorure de vinyle

Le polychlorure de vinyle, même si il ne provoque pas d'émissions importantes de CVM, est source de nombreuses polémiques car certaines substances chimiques qu'il renferme (phtalates, organoétains) sont toxiques et peuvent être à l'origine de pollution de l'air. De plus, comme le PVC est le principal débouché du CVM, sa fabrication est la cause directe ou indirecte de la quasi-totalité des rejets de CVM dans l'environnement. Pour toutes ces

1,2-DICHLOROETHANE

raisons, de nouvelles réglementations limitent la mise sur le marché d'objets en PVC (Allemagne, Suède). Confrontés à ces restrictions et surtout à la pression des sociétés de consommateurs, les industriels sont donc amenés à développer de nouveaux produits ne contenant plus de PVC. Mais, en raison de sa polyvalence et du large éventail d'applications, il n'y a pas un seul matériau individuel qui pourrait servir de substitut dans toutes les applications, mais toute une série, en fonction du produit concerné. Pour réaliser des substitutions il est nécessaire de réaliser des analyses de cycles de vie (ACV), permettant de comparer l'impact environnemental de plusieurs produits. Des études sur ce sujet sont actuellement menées par la commission européenne¹⁷.

Déjà de très nombreux industriels ont supprimé ou réduit leur usage du PVC dans leurs produits (Greenpeace, 2003) :

- Les constructeurs automobiles remplacent par exemple le PVC contenu dans les intérieurs des véhicules, par des produits à base d'oléfines.
- Certaines bouteilles d'emballage en PVC peuvent être remplacées par du Polyéthylène terephthalate (PET) (cosmétique, alimentaire)
- Les cartes de crédits en PVC peuvent être remplacées par des cartes en PET ou avec des matériaux à base de polyoléfines.
- Les plastiques en PVC des appareils électroniques peuvent être remplacés par du Polyéthylène (PE), du PET et du Polystyrène (PS) en fonction des utilisations.
- Les emballages en PVC de produits pharmaceutiques sont remplacés par des produits à base de polypropylène (PP).
- Les jouets en PVC peuvent être remplacés par des matériaux à base de PP, d'acétate de vinyle éthylène ou d'ABS (Acrylonitrile-Butadiène-Styrène).
- Les tubes et flexibles de gaz et les canalisations d'eau peuvent être remplacés par du polyéthylène moyenne densité.
- Les canalisations en PVC, peuvent être remplacées par des tuyauteries en cuivre, fer, béton ou grès vitrifiés qui restent très utilisés pour les tuyaux de gros diamètre. L'ABS et le PE sont également très utilisés pour les tuyauteries (gouttières...).
- Les revêtements extérieurs en PVC peuvent être bien sûr remplacés par le bois, ainsi que la fibre ciment (Akerman, F., Massey, R., 2005).
- Les fenêtres en bois, aluminium, ou en fibres de verres sont des alternatives aux fenêtres en PVC.

¹⁷ http://europa.eu.int/comm/environment/waste/studies/pvc/lca_study.htm

1,2-DICHLOROETHANE

- Les sols en liège, le linoléum, le stratica®, sont des matériaux pouvant remplacer les sols en PVC.

Un autre moyen pour réduire la production de PVC par le CVM est de recycler les déchets de PVC en fin de vie afin de faire de la valorisation matière. Les industriels du secteur se sont, pour cela, organisés en association et ont lancé le programme d'action Vinyl 2010, qui vise en outre, à recycler, en Europe, 200 000 tonne de déchets de PVC post-consommation par an d'ici fin 2010 (Vinyl2010, 2004). Ainsi, en 2004, les groupes sectoriels ont recyclé 18 077 tonnes de PVC, en augmentation de 30% par rapport à 2003.

4.2 Réduction des émissions industrielles

Sur les recommandations d'OSPAR, et également dans le cadre de la Directive IPPC, Il convient d'adopter les meilleures techniques disponibles dans la fabrication du CVM ou de son intermédiaire (DCE), parmi lesquelles figurent les mesures suivantes, mais dont la plupart ne sont pas spécifiques du 1,2- DCE :

- utilisation de l'oxygène pur (au lieu d'air) comme source d'oxygène pendant la phase d'oxychloration dans les nouvelles installations, ceci de manière à réduire le débit de gaz perdus, l'air pouvant cependant être employé dans certains cas particuliers;
- utilisation des catalyseurs les plus efficaces, de manière à réduire au maximum la formation de sous-produits;
- circuit de collecte (tuyaux et pompes) de l'effluent contaminé du procédé, installé hors sol ou dans des gaines accessibles à des fins d'inspection et de réparation;
- canalisations (égouts) pour les eaux polluées du procédé, en circuit fermé, de manière à éviter les émissions atmosphériques de composés volatils;
- contrôle du procédé et dispositifs d'exploitation assurant la détection immédiate des fuites quelles qu'elles soient, et notamment un contrôle permanent de l'eau de refroidissement, afin d'assurer une intervention rapide pour colmater les fuites décelées;
- élimination effective des composés organiques chlorés volatils, tels que le DCE dans l'effluent, par un traitement à la vapeur ou à l'air;
- réservoirs à DCE et à sous-produits, équipés de condenseurs de reflux réfrigérés ou branchés à un dispositif de récupération des gaz et/ou à un incinérateur de gaz afin d'empêcher les émissions dans l'atmosphère;

1,2-DICHLOROETHANE

- destruction de la boue contenant des organohalogénés (engendrée par l'épuration des eaux usées et, p.ex. du coke issu du craquage du DCE) dans un incinérateur de déchets chimiques ou, sous réserve que la teneur en organohalogénés dans les déchets ne soit pas significative, mise en décharge chimique sûre;

Pour les phases de chargement et déchargement, il est préférable de travailler en milieu fermé, ce qui est possible lorsque les sites de production sont proche des sites de transformation comme c'est le cas pour les usines de Tavaux ou de l'étang de Berre. En revanche les productions de CVM et de PVC du groupe ARKEMA sont dissociés (Akerman, F., Massey, R., 2005). Ainsi, le CVM est produit autour de Lavéra et le PVC dans la région lyonnaise (St Fos et Balan). ARKEMA achemine en fait le CVM en péniche jusqu'à Lyon puis dans un pipeline de 45 km reliant St-Fons à Balan. Ce transport pose de nombreux problèmes, car les péniches transportent en moyenne 2 500 tonnes de CVM (toxique et inflammable) sur le Rhône, et le pipeline peut contenir jusqu'à 720 tonnes de CVM. Pour ces transports, il faut capter les vapeurs avec par exemple des systèmes de retour vapeur.

Au lieu d'acheminer le CVM, il est préférable de transporter le 1,2-DCE qui est un produit plus stable (cas du site de Jarrie d'ARKEMA).

Les technologies suivantes de traitement des eaux usées ont fait l'objet de recherche pour éliminer le 1,2-DCE : charbon actif, extraction de solvant, le stripping, l'adsorption par résine.

Le Centre technique des eaux usées (CTEU) d'Environnement Canada a mis en place un pilote dans une décharge pour traiter les eaux souterraines contaminées par des substances chimiques organiques volatiles pendant l'été 1986. Le système de traitement est composé d'une colonne de stripping traitant les eaux usées et de deux filtres à charbon actif en grain en série traitant les gaz. Dans les eaux usées, il y avait du 1,1-dichloroéthane, du 1,2-dichloroéthane, du chloroforme, du 1,1-dichloroéthylène, du 1,1,1-trichloroéthane, du benzène, du toluène, et du trichloréthylène. L'efficacité de l'élimination est comprise entre de 27 et 99,9% suivant les composés et les conditions d'exploitation. (Semovic L et al, 1987)

Le Document Européen de référence sur les Meilleures Techniques Disponibles (BREF) sur le traitement des effluents dans le secteur de la chimie (EC, 2002b), mentionne les techniques suivantes pour traiter des rejets de 1,2-DCE :

Effluents aqueux :

- Nanofiltration : rendement d'élimination de 70%. La nanofiltration est utilisé pour traiter des effluents contenant de grosses molécules organiques et des ions multivalents. Cette

1,2-DICHLOROETHANE

technique permet de concentrer les polluants pour faciliter leur élimination par la suite et/ou pour recycler une partie de l'effluent.

- Stripping à l'air : un rendement d'élimination de 65% est rapporté dans le document BREF.

Effluents atmosphériques :

Le lavage biologique des gaz (biotrickling filter) est un procédé adapté au 1,2-DCE (EC, 2002b).

Le Document Européen de référence sur les Meilleures Techniques Disponibles (BREF) sur les produits organiques de base (LVOC) (EC, 2002a), fournit les informations suivantes sur le 1,2-DCE :

Effluents atmosphériques :

Les techniques , et les procédés de traitements permettent d'obtenir une concentration inférieure à 1 mg/Nm³ en 1,2-DCE dans les rejets -(en général par combustion catalytique, parfois par oxydation thermique à haute température).

5 ASPECTS ECONOMIQUES

5.1 Place de la substance dans l'économie française

Le DCE est essentiellement utilisé pour la fabrication du chlorure de vinyle. Le CVM représente la moitié des débouchés de l'industrie du chlore en France et est quasiment exclusivement utilisé pour fabriquer du PVC. La place du DCE dans l'économie française dépend donc avant tout du marché du PVC. En 1999, les capacités de production française de CVM étaient de 1 260 kt, réparties sur 4 sites de production de deux groupes pétro-chimiques (ARKEMA et SOLVAY). Toutefois, face à des difficultés internes rencontrées sur le marché des produits vinyliques (surcapacité, érosion des marges), le groupe ARKEMA prévoit une concentration de ses activités de production de CVM et la fermeture des unités de production de CVM du site de St-Auban, principal site de rejet de CVM dans l'environnement, en France.

La production de CVM sert ensuite à fabriquer du PVC et la France en a ainsi produit en 2003, 1 213 kt, répartie sur 7 sites de production (restructuration des sites du groupe Arkema). Cette production n'est toutefois pas entièrement consommée en France, et en 2003, seulement 707 kt de PVC ont été consommés, le reste étant exporté. Cette exportation pourrait d'ailleurs augmenter car il semble y avoir une baisse des consommations de PVC en

1,2-DICHLOROETHANE

France (-2,5% entre 2002 et 2003), mais nous n'avons pas suffisamment de données pour savoir si cette baisse se poursuivra dans les années à venir.

5.2 Impact économique des mesures de réduction

Les émissions de DCE proviennent en très grande majorité des rejets des usines de fabrication de DCE, CVM ou de PVC. Pour réduire ces émissions, on peut soit agir à la source, en réduisant par exemple la production de CVM, donc de DCE, soit agir directement en sortie des installations en réduisant leurs émissions polluantes.

La réduction à la source des émissions de 1,2-DCE, passe par la réduction de la production de CVM. Des informations sur ce sujet sont disponibles dans une fiche technico-économique disponible sur le CVM.

6 CONCLUSIONS

Le 1,2-dichloroéthane est un composé organique, liquide dans les conditions ambiantes, cancérigène et facilement inflammable. Il est utilisé à plus de 95% pour la fabrication du chlorure de vinyle, lui-même principal intermédiaire dans la fabrication du polychlorure de vinyle (PVC), 3^{ème} polymère utilisé dans le monde. Il n'y a pas de substitut au DCE disponible pour la synthèse du CVM. En France, en 2003, la capacité de production de DCE était de 2043 kt/an, répartie sur 4 sites (les unités du site de St-Auban devraient fermer en 2006). Cette production sert à la synthèse de CVM et donc de PVC dont les capacités de production étaient en 2003 de 1445 kt/an, répartie sur 7 sites.

Les rejets de DCE proviennent, quasi-exclusivement, des émissions industrielles des producteurs de DCE, CVM et de PVC. Les rejets de DCE vers l'atmosphère sont 100 fois plus importants que les rejets dans les milieux aqueux. Dans ces conditions les effluents gazeux pourraient représenter, par l'intermédiaire des eaux de ruissellement, la première source de rejet indirect de DCE dans les milieux aqueux. En outre, depuis 1985, les émissions de DCE sont en fortes diminution, que se soit dans l'eau ou dans l'air.

Dans un contexte d'augmentation régulière des capacités de production, ces réductions des émissions de DCE s'expliquent avant tout par l'amélioration des procédés de production de PVC et de CVM et des procédés de traitements des effluents. Néanmoins, on constate aujourd'hui que de nombreux industriels développent des produits alternatifs, moins nocifs et plus économiques, à leurs usages du PVC. On peut donc s'attendre, dans ces prochaines années, soit à une stabilisation, soit à une diminution de la consommation de PVC comme on a déjà pu le constater entre 2002 et 2003, donc à une baisse de la demande de DCE, et par voie de conséquence, des rejets.

1,2-DICHLOROETHANE

7 REFERENCES

7.1 Entreprises, organismes et experts interrogés

SYNDICAT DES HALOGENES ET DERIVES (SHD)

7.2 Sites Internet consultés

<http://admi.net/jo/index.phtml>

<http://aida.ineris.fr/>

<http://www.chemsources.com>

<http://chimie.ineris.fr/fr/index.php>

http://www.ec.gc.ca/epa-epe/1_2-DCE-Dow/fr/index.cfm

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

<http://www.epa.gov/triexplorer/>

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

<http://europa.eu.int>

http://europa.eu.int/comm/environment/waste/studies/pvc/lca_study.htm

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

<http://www.industrie.gouv.fr/sessi/>

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

<http://www.ita.doc.gov/td/industry/otea/Trade-Detail/>

<http://ntp.niehs.nih.gov/>

<http://www.osha.gov/index.html>

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

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

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

<http://www.socomor.com/pages/socomag/Dewaxing-trichloroethane.htm>

<http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search/f?./temp/~BIQjbT:1>

http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/en/gdwq3_ann4tab.pdf

http://www.106.us/f/polychlorure_vinyle/index.htm#SITUATION

1,2-DICHLOROETHANE

7.3 Bibliographie

Akerman, F., Massey, R., 2005. Industrie française et chimie durable : les bénéfices du développement propre. Global development and environment institute.

ALCIMED, 2002, Analyse des marchés potentiels des agro-solvants et recommandations pour la conduite du programme AGRICE, ALCIMED Chemtechnologies.

ATSDR, 2001, Toxicological Profile for 1,2-Dichloroethane. Update (Final Report). NTIS Accession No. PB-2001-109103. Atlanta, GA: Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 275 pp.

ATSDR, 2002, Toxicological profile for Dichloroethane, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.

Callaghan MA, Slimak MW, Gabel NW, May IP, Fowler CF, Freed JR, Jennings P, Durfee RL, Whitmore FC, Maestri B, Mabey WR, Holt BR, Gould C, 1979, Water-related fate of 129 priority pollutants. Vol. II, Washington, DC, US Environmental Protection Agency (EPA 40/4-79-029b).

Chemical Economics Handbook, 2003

Chemical Marketing Reporter, 1992, Chemical profile: Ethylene dichloride. Chem Mark Report Mag, 241(19): 42.

Commission européenne, Directive 76/464/CEE du 4 mai 1976 concernant la pollution causée par certaines substances dangereuses déversées dans le milieu aquatique de la Communauté.

Commission européenne, Directive 93/72/CEE de la Commission du 01 septembre 1993, 19^{ième} adaptation de la directive 67/548/CEE du Conseil qui concerne le rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives relatives à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses.

CPI (Canadian Process Industries), 1991, CPI product profiles: Ethylene dichloride. Don Mills, Ontario, Corpus Information Services.

Dilling WL, Tefertiller NB, Kalos GJ, 1975, Evaporation rates and reactivities of methylene chloride, chloroform, 1,1,1-trichloroethane, trichloroethylene, tetrachloroethylene, and other chlorinated compounds in dilute aqueous solutions. Environmental science and technology, 9(9):833-8.

Drury JS & Hammons AS (1979) Investigations of selected environmental pollutants: 1,2-Dichloroethane. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee; Environmental Protection Agency, Washington, D.C. Office of Toxic Substances; Department of Energy, Washington, DC. Washington, DC, US Environmental Protection Agency (EPA 560/2-78-006).

1,2-DICHLOROETHANE

EC, 2002a, 'Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Reference Document on Best Available Techniques in the Large Volume Organic Chemical Industry. February 2002'. European Commission.

EC, 2002b, 'Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Reference Document on Best Available Techniques in Common Waste Water and Waste Gas Treatment / Management Systems in the Chemical Sector the Large Volume Organic Chemical Industry. February 2002'. European Commission.

EC, 2005, 'Integrated Pollution Prevention and Control. Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Production of Polymers. Draft April 2005'. European Commission.

ECVM, 1998, 'On the environmental impact of the manufacture of emulsion and microsuspension polyvinylchloride (PVC) - A description of Best Available Techniques. November 1998

Euro Chlor, 1997. Euro Chlor Risk Assessment for the Marine Environment, OSPARCOM Region - North Sea : 1,2-Dichloroethane. 35p.

Euro Chlor, 1999, 'Vinyl Chloride. Euro Chlor Risk Assessment for the Marine Environment. OSPARCOM Region - North Sea'. Euro Chlor representing the chlor-alkali industry, February 1999.

HSDB, 1988, Hazardous Substances Databank. National Library of Medicine, National Toxicology Information Program, Bethesda, MD. December 9, 1988.

IARC. 1979. Some Halogenated Hydrocarbons. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, vol. 20. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer. 609 pp.

INERIS, 2001, 'Chlorure de Vinyle', Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, version N°2/juin 2001, INERIS-DRC-00-N°25590-Api/SD-N°00DF042.doc.

INERIS, 2003, 'Chlorure de Vinyle', Emissions accidentelles de substances chimiques dangereuses dans l'atmosphère, Fiche INERIS - 03DR002.dic/septembre 2003.

INERIS, 2004, Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques : 1,2-Dichloroéthane, 48 p.

INERIS, 2006, Données technico-économiques sur les substances chimiques en France, Chlorure de Vinyle

INRS, 1997. Fiche toxicologique n°54: 1,2-Dichloroéthane. 4p.

ITA, 2001, Subheading 2093.15.0000: 1,2-Dichloroethane (Ethylene Dichloride). International Trade Administration. U.S. Department of Commerce.

Kirschmer P & Ballschmiter K, 1983, Baseline studies of global pollution. VIII. The complex pattern of C1 - C4 organohalogens in continental and marine background air. Int J Environ Anal Chem, 14: 275-284.

1,2-DICHLOROETHANE

Mackay, D., Patterson, S., 1990. Fugacity models, in: Karcher, W. Bevillers, J. (Eds); Practical applications of quantitative activity relations in environmental chemistry and toxicology. 433-460.

Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, Arrêté du 20 avril 1994 relatif à la déclaration, la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances.

Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, Arrêté ministériel du 2 février 1998 modifié 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

Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, Décret 2001-1220 du 20 décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine à l'exclusion des eaux minérales naturelles.

Ministère des Affaires Etrangères, décret no 2001-1052 du 5 novembre 2001 portant publication de la décision OSPAR 98/4 sur les plafonds d'émission et de rejet applicables à la fabrication du chlorure de vinyle monomère (CVM), y compris la fabrication du 1,2-dichloroéthane (DCE) (ensemble un appendice), prise par la commission OSPAR, signée à Sintra le 22 juillet 1998.

Organisation Mondiale de la Santé, 1995, 1,2-Dichloroethane. Environmental Health Criteria 176, Geneva: World Health Organization. 148 pp. INCHEM (1995).

Organisation Mondiale de la Santé, 1998, Cicad, Concise International Chemical Assessment Document 1, 1,2-Dichloroethane, Geneva: World Health Organization. 32 pp.

Organisation Mondiale de la Santé, 1999, 'Vinyl Chloride', Environmental Health Criteria 215, Geneva.

Organisation Mondiale de la Santé, 2004, Directives de qualité pour l'eau de boisson.

OSPAR, Recommandation PARCOM 96/2 sur les meilleures techniques disponibles dans la fabrication du monomère de chlorure de vinyle, Oslo, 17 - 21 juin 1996.

Pearson, C.R., McConnell, G., 1975, Chlorinated C1 and C2 hydrocarbons in the marine environment; Proc. R. Soc. London, Ser. B. 189 (1096), 305-332.

Risk and Policy Analysis, Scope for the use of economic instruments for selected persistent pollutants, Report For the Department for Environment, Food and Rural Affairs, 2002

Semovic L et al, 1987, Second International Conference on New Frontiers for Hazardous Waste Management, p.409-18.

SESSI, 2005. Chimie-pharmacie-parfumerie-produits d'entretien.

Spence JW, Hanst PL, 1978, Oxidation of chlorinated ethanes. Journal of the Air Pollution Control Association, 28(3):250-253.

1,2-DICHLOROETHANE

SPMP, 2003. Matières plastiques, chiffres en 2003.

Tickner, J.A., 1998, Trends in World PVC Industry Expansion, A Greenpeace White Paper, June 19, 1998.

TRI88. 1990. Toxic Chemical Release Inventory 1988. Data contained in the Toxic Chemical Release Inventory (TRI). National Library of Medicine. <http://www.epa.gov/triexplorer/>.

TRI99. 2001. Toxic Chemical Release Inventory 1999. Data contained in the Toxic Chemical Release Inventory (TRI). National Library of Medicine. <http://www.epa.gov/triexplorer/>.

UK HSE (Health and Safety Executive) (1992) Criteria document for an occupational exposure limit: 1,2-Dichloroethane. London, Her Majesty's Stationery Office, 34 pp.

Ullmann, F., 1985, Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Vol. A4, VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, FRG, p.271

U.S. Department of Health and Human Services, 1981, 11th Report on Carcinogens of the U.S., 1,2-dichloroethane, Department of Health and Human Services (ROC 1981).

US EPA, 1981, Engineering Handbook for Hazardous Waste Incineration, p.3-12, EPA 68-03-3025.

US EPA, 1985, Health assessment document for 1,2-dichloroethane (ethylene dichloride). Final report. Washington, DC, US Environmental Protection Agency (EPA/600/8-84/006F; NTIS PB86-122702).

Vignes, J.L., 2005. Données industrielles, économiques, géographiques sur les principaux produits chimiques, métaux et matériaux ; Polychlorure de vinyle. 7e Édition : 1997-2005.

Wallington, T.J., Bilde, M., Mogelberg, T.E., Sehested, J, Nielsen, O.J., 1996, J. Phys. Chem. 100, pp. 5751-5760.