

CHLORURE DE VINYLE

Dernière mise à jour : 23/03/2006

RESPONSABLE DU PROGRAMME

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

EXPERTS AYANT PARTICIPE A LA REDACTION

S. SCHUCHT & S. SUREAU

CHLORURE DE VINYLE

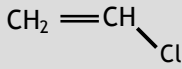
SOMMAIRE

1	GÉNÉRALITÉS	3
1.1	DÉFINITION ET CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES	3
1.2	RÉGLEMENTATIONS	3
2	PRODUCTION ET UTILISATION	11
2.1	PRODUCTION ET VENTES	11
2.2	UTILISATIONS	13
2.3	PRODUCTION ACCIDENTELLE	15
3	REJETS ET PRÉSENCE DANS L'ENVIRONNEMENT	15
3.1	COMPORTEMENT DANS L'ENVIRONNEMENT	15
3.2	PRÉSENCE DANS L'ENVIRONNEMENT	16
3.3	PRINCIPALES SOURCES DE REJET	17
3.4	REJETS INDUSTRIELS	18
3.5	REJETS LIÉS À L'UTILISATION DE PRODUITS	21
4	POSSIBILITES DE REDUCTION DES REJETS	21
4.1	PRODUITS DE SUBSTITUTION	21
4.2	RECYCLAGE	23
4.3	RÉDUCTION DES ÉMISSIONS INDUSTRIELLES	24
5	ASPECTS ÉCONOMIQUES	28
5.1	PLACE DE LA SUBSTANCE DANS L'ÉCONOMIE FRANÇAISE	28
5.2	IMPACT ÉCONOMIQUE DES MESURES DE RÉDUCTION	29
6	CONCLUSIONS	31
7	RÉFÉRENCES	32
7.1	ENTREPRISES, ORGANISMES ET EXPERTS INTERROGÉS	32
7.2	SITES INTERNET CONSULTÉS	32
7.3	BIBLIOGRAPHIE	33
	ANNEXE	37

CHLORURE DE VINYLE

1 GENERALITES

1.1 Définition et caractéristiques principales

Substance chimique	N° CAS	N° EINECS	Synonymes	Forme physique
Chlorure de vinyle	75-01-4	200-831-0	Chloroéthène	Gazeux dans les conditions ambiantes habituelles
CH ₂ CHCl			Chloroéthylène	
			Monochloroéthène	
			Monochloroéthylène	
			vinyl chloride	
			ethylene monochloride	
			monovinyl chloride	
			CVM	

Sources : Euro Chlor, 1999 ; INERIS, 2001

Le Chlorure de Vinyle Monomère (CVM) est un gaz dans les conditions normales. A température et pression ambiantes, il est inodore et sans couleur. Il est facilement liquéfié sous pression et habituellement stocké, transporté et utilisé comme liquide. En l'absence de lumière naturelle ou d'oxygène, le CVM est stable. Il est extrêmement inflammable. Le CVM à l'état non polymérisé est un produit toxique à long terme (INERIS, 2005). Il sert pour l'essentiel à la synthèse du Polychlorure de Vinyle (PVC).

1.2 Réglementations

Le chlorure de vinyle fait l'objet de multiples réglementations au niveau national et international. On distingue des réglementations relatives :

- à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses,
- à la limitation de la mise sur le marché et de l'emploi,
- aux rejets dans l'air et dans l'eau de CVM dans la fabrication du PVC et du CVM (autorisations d'installations de production et valeurs limites d'émissions),
- à l'exposition des travailleurs ainsi qu'aux contrôles des valeurs limites de concentration,

CHLORURE DE VINYLE

- à la teneur en CVM et à sa migration dans des matériaux et objets ainsi qu'aux méthodes officielles d'analyse concernant la détermination de la teneur et de la migration, et
 - au contrôle des mouvements transfrontaliers de déchets dangereux et de leur élimination.
- Il s'y ajoute l'engagement volontaire de l'industrie européenne du PVC.

1.2.1 Classification des substances dangereuses

La Directive 93/72/CEE¹ considère que le chlorure de vinyle est extrêmement inflammable (F+, R12²), toxique (T) et cancérigène catégorie 1 (R45³). En revanche, il n'est pas classé comme substance dangereuse pour l'environnement (Euro Chlor, 2001 ; INRS, 2002).

Le CVM est également listé dans la Directive 76/464/CEE (transposée en législation française par l'arrêté du 2 février 1998) comme substance toxique ou néfaste à long terme pour l'environnement aquatique.

1.2.2 Limitation de la mise sur le marché et de l'emploi du CVM

Considérée comme dangereuse pour la santé de l'homme, l'utilisation du chloro-1-éthylène (chlorure de vinyle monomère) comme agent propulseur d'aérosols a été interdite par la Directive 76/769/CEE du Conseil du 27 juillet 1976 (modifiée).

Il est également important de constater que l'utilisation du PVC, débouché ultra majoritaire du CVM, fait débat au sein des différents pays européens. Ainsi, les avis sur les effets du PVC sur la santé humaine et sur l'environnement sont divergents, tout comme le sont les mesures prises par certains États membres sur le sujet. La Commission européenne juge donc qu'une approche intégrée est nécessaire. Elle a adopté le 26 juillet 2000, le livre vert sur les problèmes environnementaux du PVC. Ce livre aborde en particulier deux questions principales :

- les questions environnementales et de santé concernant l'utilisation dans le PVC de certains additifs (notamment le plomb, le cadmium et les phtalates) ;
- la question de la gestion des déchets (mise en décharge, incinération, recyclage des déchets de PVC) : une augmentation de 80% environ des déchets de PVC est attendue dans les vingt prochaines années ;

¹ Concernant le rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives relatives à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses.

² Extrêmement inflammable.

³ Peut provoquer le cancer.

CHLORURE DE VINYLE

Le livre vert présente également un éventail d'options politiques visant à réduire les effets éventuels sur la santé humaine et l'environnement et des mesures envisageables dans le cadre d'une future stratégie communautaire sur le PVC. (Commission Européenne, 2000)

1.2.3 Valeurs limites

Au niveau international, deux décisions et une recommandation de l'OSPAR définissent des plafonds d'émissions et de rejets applicables à la fabrication du CVM, ainsi que la fabrication du 1,2-dichloroéthane (DCE), et du PVC. Leur 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 98/4⁴, 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 atmosphériques pour le CVM comme décrit dans le tableau 1.2.3.a. Ces mesures sont applicables aux nouvelles installations à partir du 9 février 1999 et aux installations existantes à partir du 1er janvier 2006.

Tableau 1.2.3.a : Plafonds d'émissions selon la Décision OSPAR 98/4

Substance	Plafond
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 désessencierement, avant traitement secondaire.

⁴ Publiée par le décret no 2001-1052 du 5 novembre 2001.

CHLORURE DE VINYLE

La décision OSPAR 98/5⁵ fixe des plafonds d'émissions et de rejets dans l'eau de certaines substances dangereuses émanant du procédé de fabrication du PVC en suspension à partir du CVM dans les eaux. Les plafonds d'émissions dans l'eau par rapport au CVM, s'appliquant à toutes les installations à vocation unique ou à vocation combinée, sont présentés dans le tableau 1.2.3.b. Ils sont en vigueur pour les nouvelles installations à partir du 9 février 1999 et pour les installations existantes, à partir du 1^{er} janvier 2003.

Tableau 1.2.3.b : Plafonds d'émissions selon la Décision OSPAR 98/5

Substance	Plafond
Emissions atmosphériques provenant de sources ponctuelles (1)	
CVM	80 g de CVM par tonne de s-PVC fabriqué (2)
Rejets dans les eaux (3), (4), (5)	
CVM	1 mg de CVM par litre 5 g de CVM par tonne de s-PVC fabriqué

(1) Plafonds d'émission s'appliquant à toutes les installations à vocation unique ou à vocation combinée des Parties contractantes - (2) Les moyennes annuelles d'émission des installations produisant du PVC par polymérisation en suspension ne pourront dépasser les plafonds d'émission. - (3) Plafonds de rejet ne s'appliquant qu'aux installations à vocation unique ou à vocation combinée dont les rejets peuvent atteindre la zone maritime de la Convention OSPAR par voie d'eau - (4) Rejets au-delà de l'équipement de dessèchement de l'effluent et avant le traitement secondaire. - (5) Les moyennes annuelles de rejet dans l'eau des installations produisant du PVC par polymérisation en suspension ne pourront dépasser ces plafonds.

Ces deux décisions sont complétées par la recommandation OSPAR 2000/3, fixant des plafonds d'émissions et de rejets dans le secteur du chlorure de vinyle qui sont applicables à la fabrication du PVC en émulsion (tableau 3). Les échéances, pour se mettre en conformité avec ces plafonds d'émissions sont le 1^{er} janvier 2001 pour les nouvelles installations et le 1^{er} janvier 2004 pour les installations existantes.

⁵ Publiée par le décret no 2001-868 du 17 septembre 2001.

CHLORURE DE VINYLE

Tableau 1.2.3.c : Plafonds d'émissions selon la Recommandation OSPAR 2000/3

Type d'Installation	Plafond
Plafonds d'émissions atmosphériques (1)	
Existante	900g CVM par tonne de e-PVC produit
Nouvelle	500g CVM par tonne de e-PVC produit
Plafonds de rejet dans les eaux (2), (3)	
Installation produisant uniquement du PVC	1 mg CVM par litre d'eau ; et 10 g CVM par tonne d'e-PVC produit
Installation produisant e-PVC + s-PVC sur le même site	1 mg CVM par litre d'eau ; ou 5 g CVM par tonne de PVC produit

(1) Plafonds d'émissions atmosphériques s'appliquant à toutes les installations implantées sur les territoires des Parties contractantes. - (2) Plafonds de rejet dans les eaux ne s'appliquant qu'aux installations de fabrication dont les rejets peuvent aboutir à la zone maritime de la Convention OSPAR par voie d'eau. - (3) Rejets au-delà de l'équipement de désenciemement de l'effluent et avant le traitement secondaire.

Ces trois textes OSPAR requièrent également que les émissions fugitives⁶ de la production du CVM et du PVC soient minimisées autant que possible. En France, les dispositions des documents d'OSPAR ont été reprises par la circulaire du 2 août 2001 relative aux installations classées mettant en œuvre le chlorure de vinyle monomère.

En France, d'autres dispositions proviennent de 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 fixe une valeur limite de concentration de 0,05 mg/l si le flux rejeté dans les eaux superficielles dépasse 0,5 g/j pour le CVM (annexe Va et article 32,3,15)
- un arrêté préfectoral d'autorisation fixe une concentration limite pour les émissions de CVM dans l'air lorsque le flux horaire de la substance dépasse 5 g/h (annexe IV.c et article 27, 12)
- concernant la polymérisation du chlorure de vinyle (homopolymères et copolymères), les dispositions sont présentées dans le tableau 1.2.3.d (article 30, 13) :

⁶ La circulaire du 2 août 2001 définit les émissions fugitives comme émissions émises en un point de façon intermittente et peu prévisible (exemple : défaut d'étanchéité d'un joint, levé d'une soupape).

CHLORURE DE VINYLE

Tableau 1.2.3.d : Dispositions de l'arrêté du 2 février 1998

La teneur résiduelle en chlorure de vinyle, avant séchage, ne doit pas dépasser les valeurs suivantes, en moyenne mensuelle :	
PVC en masse :	50 mg/kg de polymère;
Homopolymères en suspension :	100 mg/kg de polymère ;
Copolymères en suspension :	400 mg/kg de polymère.
Microsuspension et émulsion :	
Homopolymères :	1 200 mg/kg de polymère.
Copolymères :	1 500 mg/kg de polymère.

La réduction des émissions atmosphériques du chlorure de vinyle monomère fait également partie des actions du Plan National Santé Environnement (cf. aussi la circulaire du 13 juillet 2004). Il fixe des objectifs globaux nationaux⁷ présentés dans le tableau 1.2.3.e.

Tableau 1.2.3.e : Objectifs du Plan National Santé Environnement

Substances (année de référence)	Emissions	Objectifs 2005	Objectifs 2010	% réduction 2005/ref	% réduction 2010/ref
CVM chlorure de vinyle(2000) (t)	644	450	396	- 30 %	- 35 à 40 %

Source : Annexe 1 de la circulaire du 13 juillet 2004

Selon l'annexe 2 de la circulaire du 13 juillet 2004, la mise en œuvre de l'ensemble des dispositions réglementaires actuelles, principalement des mesures de réduction des émissions diffuses, de traitement des rejets et d'optimisation des réacteurs, devrait permettre d'atteindre cette réduction d'émissions de CVM issues de la production de CVM et de PVC.

⁷ Ces objectifs globaux ne constituent pas des objectifs à imposer indifféremment à chacune des installations. De même, les niveaux d'émission estimés à l'horizon 2010 ne sont pas à considérer comme des plafonds nationaux d'émission pour les secteurs industriels concernés ou pour les substances visées. Il s'agit d'objectifs relatifs de réduction qui visent l'ensemble des émissions canalisées et diffuses. Ils pourront être consolidés sur la base de la mise en œuvre de cette stratégie nationale et de l'acquisition de nouvelles données, notamment sur le niveau des émissions diffuses (circulaire du 13 juillet 2004).

CHLORURE DE VINYLE

1.2.4 Matériaux et objets contenant du CVM et destinés à être mis au contact des denrées, produits et boissons alimentaires

La directive de base (89/109/CEE) pour les matériaux et objets en contact avec les aliments date du 21 décembre 1988. Elle décrit en termes généraux les conditions auxquelles les matériaux et les objets doivent répondre pour pouvoir entrer en contact avec les aliments. Une législation spécifique (directive 2002/72/CE) a été élaborée pour les plastiques et mise en vigueur au niveau européen. Cette directive comprend une liste des monomères et additifs, déterminant les molécules/substances pouvant être utilisées pour fabriquer du plastique, lequel entrera plus tard en contact direct avec les denrées alimentaires. Le CVM figure sur la liste des monomères et autres substances de départ autorisées.

Des directives séparées ont été élaborées pour le chlorure de vinyle:

- la Directive 78/142/CEE du 30 janvier 1978 fixe le teneur maximale de CVM dans le matériau et la migration (valeur limite de détection du CVM dégagé par des matériaux et produit pour aliments) du CVM dans les denrées alimentaires (cf. tableau 1.2.4), et
- la Directive 80/766/CEE fixe la méthode de test pour déterminer la quantité de CVM dans le matériau, ainsi que la Directive 81-432 du 29 avril 1981, qui détermine la méthode d'analyse de la migration du CVM dans les denrées alimentaires.

CHLORURE DE VINYLE

Tableau 1.2.4 : Valeurs limites selon Directive 78/142/CEE

Teneur maximale de CVM dans le matériau	1 mg/Kg (1 ppm) de produit final
Taux maximum de migration du C.V.M. dans les denrées alimentaires	< 0.01 mg/Kg (0,01 ppm)

Ces trois directives ont été transposées en loi française par l'arrêté du 30 janvier 1984.

1.2.5 Engagement volontaire de l'industrie européenne du PVC

L'ECVM (European Council of Vinyl Manufacturers), rassemblant les producteurs européens de PVC, a développé deux chartes. L'une d'elles s'applique à la production de CVM et du PVC en suspension, et l'autre à la production du PVC en émulsion. 'Vinyl 2010', un programme sur 10 ans avec révision des objectifs à mi-parcours en 2005 et définition de nouveaux objectifs en 2010, vise la conformité avec les chartes du ECVM. Les objectifs des chartes sont, en grande partie, identiques aux plafonds définis par l'OSPAR et les Directives européennes présentées ci-dessus. Le tableau 1.2.5 ne comprend que les objectifs des chartes ECVM qui se démarquent des objectifs d'OSPAR et des Directives. Les tableaux en annexe récapitulent la totalité des valeurs limites des chartes.

Tableau 1.2.5 : Objectifs des Chartes ECVM différant des objectifs d'OSPAR et des Directives européennes

	PVC en suspension	PVC en emulsion
Emission total de CVM dans l'air	<100 g/tonne de PVC (ECVM) 80 g/tonne de PVC (OSPAR)	< 1000 g/tonne de PVC (ECVM) 900 g/tonne de PVC (installations existantes) 500 g/tonne de PVC (installations nouvelles)
Emission de CVM dans les effluents aqueux	1g/m ³ et 5g/tonne de PVC (OSPAR) 1g/m ³ (ECVM)	1 g/m ³ et 10 g/tonne de PVC
Concentration de CVM dans le produit fini	< 1 g/tonne de E-PVC	

CHLORURE DE VINYLE

1.2.6 Contrôle des mouvements transfrontaliers de déchets dangereux et de leur élimination

Les déchets issus de la production du chlorure de vinyle figurent dans la liste A de la convention de Bâle du 22 mars 1989 sur le contrôle des mouvements transfrontaliers de déchets dangereux et de leur élimination. Ils sont considérés comme des déchets dangereux en vertu de l'article 1er de la Convention.

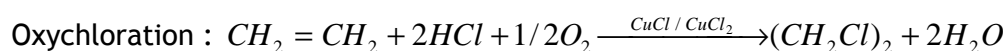
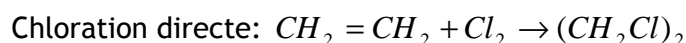
2 PRODUCTION ET UTILISATION

2.1 Production et ventes

2.1.1 Processus de fabrication de 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 1,2-dichloroéthane en phase gazeuse (Euro Chlor, 2001 ; EC, 2002 ; INERIS, 2001) :



La polymérisation du CVM peut ensuite être réalisée selon trois procédés (Vignes, J.L, 2005) :

- En suspension dans l'eau (80% de la production mondiale)
- En émulsion dans l'eau (10% de la production mondiale)
- En masse (10% de la production mondiale)

CHLORURE DE VINYLE

2.1.2 Sites de production et quantités produites

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 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.

L'ECVM, 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). Les capacités de production des sites français sont présentées dans le tableau 2.1.2.a.

Tableau 2.1.2.a : Sites français produisant du CVM et leur capacité

Site	Capacité de production annuelle (kt/an)	
	1991*	2003 **
Fos sur Mer (Arkema) *	350	375
Lavéra (Arkema)	440	470
Tavaux (Solvay)	200	320
Saint Auban (Arkema), fermeture prévue en 2006	120	125
Total	1110	1290

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

La production française de CVM est donc relativement stable depuis une vingtaine d'année. 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 (SHD, 2005). En revanche, en Allemagne, la production de chlore a augmenté de près de 35% en vingt ans.

Pour le PVC, en 2002, les capacités de production annuelle étaient de 32 400 kt au niveau mondial, et 6 544 kt au niveau de l'Union Européenne (Vignes, J.L., 2005). Ces capacités sont aussi en forte augmentation, puisqu'en 1994, elles étaient au niveau mondial de 21 500 kt.

L'évolution des capacités de productions françaises est représentée dans le tableau 2.1.2.b (EC, 2005, Vignes, J.L., 2005):

CHLORURE DE VINYLE

Tableau 2.1.2.b : Sites français produisant du PVC et leur capacité

Site	Capacité (kt/an)				2003
	1993				
	PVC émulsion	PVC suspension	PVC masse	Copolymère	
St. Auban (Arkéma)	40	55		30	125
Balan (Arkema)	180				300
Brignoud (Atofina)	90	30			40
St.-Fons (Arkema)			185		205
Mazingarbe (EMC)	200				260
Berre (Shell)	210				220
Tavaux (Solvay)	230	60			295
Total	1310				1445

Source : EC, 2005. - Appartenance aux différents sociétés du secteur chimique selon http://www.106.us/f/polychlorure_vinyle/index.htm#SITUATION, décrivant la situation en 1993. Chemical economics handbok, 2003.

Grâce à ces capacités de production, la production française de PVC était de 1 185 kt en 1996, et de 1 213 kt en 2003. La production française de PVC suit donc la production française de CVM et se stabilise depuis plus de dix ans. Une grande partie de cette production est exportée et l'on constate finalement une diminution de la consommation française de PVC. Ainsi, en 1996, la consommation française de PVC a été de 833 kt, et en 2003, de seulement 707 kt (Vignes, J.L., 2005 ; SPMP, 2003).

2.2 Utilisations

2.2.1 Chlorure de vinyle (CVM)

Selon Euro Chlor (2001), 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).

CHLORURE DE VINYLE

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, 2002), 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.

Ayant un effet narcotique, le CVM a auparavant été utilisé comme anesthésiant. Il a également été utilisé comme réfrigérant et comme propulseur dans des sprays d'aérosols pour des produits variés comme des pesticides, médicaments et cosmétiques. Ces utilisations ont été bannies (WHO, 1999). L'utilisation du CVM comme réfrigérant et anesthésiant semble avoir également disparu.

2.2.2 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 2.2.2 : 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

CHLORURE DE VINYLE

2.3 Production accidentelle

La formation non intentionnelle de chlorure de vinyle survient dans des décharges, comme produit de dégradation des hydrocarbures chlorés (par exemple tetrachloroéthylène et trichloroéthène) utilisés comme solvants industriels. Ceci induit la présence de CVM dans des gaz émis, dans les eaux d'infiltration de la décharge (lixiviat), dans les nappes phréatiques, dans des aquifères, dans des puits et des sols (WHO, 1999).

Le chlorure de vinyle se forme également dans la fumée des cigarettes et cigares, le niveau de CVM étant fonction du contenu en chlorure du tabac.

3 REJETS ET PRESENCE DANS L'ENVIRONNEMENT

3.1 Comportement dans l'environnement

3.1.1 Atmosphère

Les rejets dans l'environnement du chlorure de vinyle se font presque exclusivement vers l'atmosphère (OECD SIDS ; 2001). Les molécules subissent alors une dégradation rapide par oxydation photochimique. Elles réagissent avec les radicaux d'hydroxyle et l'ozone pour former du formaldéhyde, de l'oxyde de carbone, de l'acide chlorhydrique et de l'acide formique (INERIS, 2005). Il n'y a pas d'unanimité par rapport à sa demi-vie dans l'atmosphère. Tandis que l'OECD SIDS (2001) indique un temps de demi-vie de 2,2 à 2,7 jours, l'INERIS (2005) indique une demi-vie dans l'atmosphère d'environ 20h. Enfin, Euro chlor (1999) cite des publications selon lesquelles la demi-vie du CVM dans l'air s'élève à 1,5 jours et spécifie, qu'en présence d'oxydes d'azote, la réactivité augmente, aboutissant à une demi-vie de 3 à 7 heures.

CHLORURE DE VINYLE

3.1.2 Eaux de surface

Le CVM a un faible potentiel de bioaccumulation, une volatilité élevée (pression de vapeur de 3 300 hPa à 20° C) et une faible solubilité dans l'eau (qui peut être augmentée par la présence des sels). Il n'y a donc pas généralement de concentration toxique dans l'eau (OECD SIDS, 2001). L'ATSDR considère d'ailleurs, la volatilisation dans l'atmosphère comme le principal processus d'élimination du chlorure de vinyle des eaux de surface. Selon Euro Chlor (1999), la demi-vie du CVM dans l'eau s'élève à quelques heures ou jours. Plus spécifiquement, une demi-vie de 0,8 heures a été calculée pour l'évaporation du CVM d'une rivière (un mètre de profondeur, courant de 3 m/sec, vitesse du vent de 3 m/sec), et une demi-vie de quelques minutes à quelques heures pour l'évaporation des eaux de surface.

3.1.3 Eaux souterraines

Contrairement au cas des eaux superficielles, le processus de volatilisation ne concerne pas le CVM présent dans les nappes phréatiques. Celles-ci sont considérées comme deuxième domaine critique, à côté de l'air, par l'OMS (1999). Le CVM peut y rester pendant des mois voire des années.

3.1.4 Autres

Le CVM ne s'absorbe pas dans le sol ($K_{oc} = 57 \text{ ml.g}^{-1}$), les sédiments et ne s'accumule pas dans les tissus biologiques ($\log K_{ow} = 1,38$) (Delzell et al, 1994, cité dans la circulaire du 2 août 2001).

3.2 Présence dans l'environnement

Des données relatives aux concentrations dans l'eau publiées par Euro Chlor (1999) indiquent que dans les eaux côtières et les estuaires, les concentrations observées sont inférieures à 0,15 µg/l. Le même organisme considère les niveaux de référence pour une rivière localisée dans une zone non industrielle comme étant probablement inférieurs au niveau de détection (0,008 µg/l). Euro chlor indique également que dans l'eau du Rhin et des autres rivières adjacentes, le niveau mesuré récemment près du point d'émission s'élève jusqu'à 0,4 µg/l.

CHLORURE DE VINYLE

3.3 Principales sources de rejet

Il n'y a pas de sources naturelles de CVM. Les sources sont entièrement anthropiques et ont majoritairement lieu vers l'atmosphère.

Selon l'INERIS (2005) les principales sources d'émission de CVM sont par ordre d'importance :

- les usines de fabrication du chlorure de vinyle,
- les usines de polymérisation du CVM pour fabriquer le PVC, et
- les usines de fabrication des produits en PVC.

Sont considérées comme sources mineures :

- les moyens de stockage et de gestion pour CVM et PVC,
- les usines produisant la diamine d'éthylène ou le dichlorure d'éthylène, et

Les décharges constituent une autre source d'émissions de CVM (formation non intentionnelle).

3.3.1 Sources de rejets dans la production du CVM

Selon IPPC (2002, cité dans la circulaire du 2 août 2001) les principales sources d'émission d'une installation générique⁸ lors de la production du CVM sont :

- les événements des réacteurs de chloration et d'oxychloration, des colonnes de distillation et autres équipements de purification ;
- les brides sur tuyauteries et appareils, les garnitures d'étanchéité des pompes et compresseurs ;
- les ouvertures des équipements, particulièrement des réacteurs pour les opérations d'entretien, les re-largages des stations d'épuration ;
- les émissions lors des opérations de chargement/déchargement de véhicules de transport de CVM.

⁸ L'installation générique, considérée dans la circulaire du 2 août 2001, est une installation représentative par sa capacité et ses niveaux d'émissions des sites de production les plus importants en France. Elle est composée de trois unités de production constituées d'une unité de fabrication de CVM d'une capacité de 300 000 t/an, d'une unité de PVC en suspension d'une capacité de 200 000 t/an et d'une unité de PVC en émulsion d'une capacité de 80 000 t/an, représentatives des sites de production les plus importants en France. Elles sont supposées être regroupées sur un même site, et disposées de sorte que les expositions alentour soient maximisées, compte tenu de la rose des vents.

CHLORURE DE VINYLE

3.3.2 Sources de rejets dans la production du PVC

La circulaire du 2 août 2001 liste également des sources d'émissions de CVM issues de la fabrication du PVC dans une installation générique.

Premièrement, lorsque le PVC est produit en suspension, le CVM :

- se retrouve dans les eaux résiduaires
- il est également émis dans l'air par des sources canalisées et diffuses.
- Les sources canalisées convergent vers une cheminée avec une contribution majeure de l'unité de séchage.
- Les sources diffuses sont celles déjà citées ci-dessus (production du CVM). Les opérations d'ouverture des réacteurs, lorsque ceux-ci sont du type ouvert, sont importantes. En effet, il est nécessaire de procéder à cette ouverture après quelques opérations seulement, alors qu'en réacteur fermé on peut aller jusqu'à une centaine de cycles de fabrication.

Deuxièmement, lorsque le PVC est produit en émulsion, le CVM est émis :

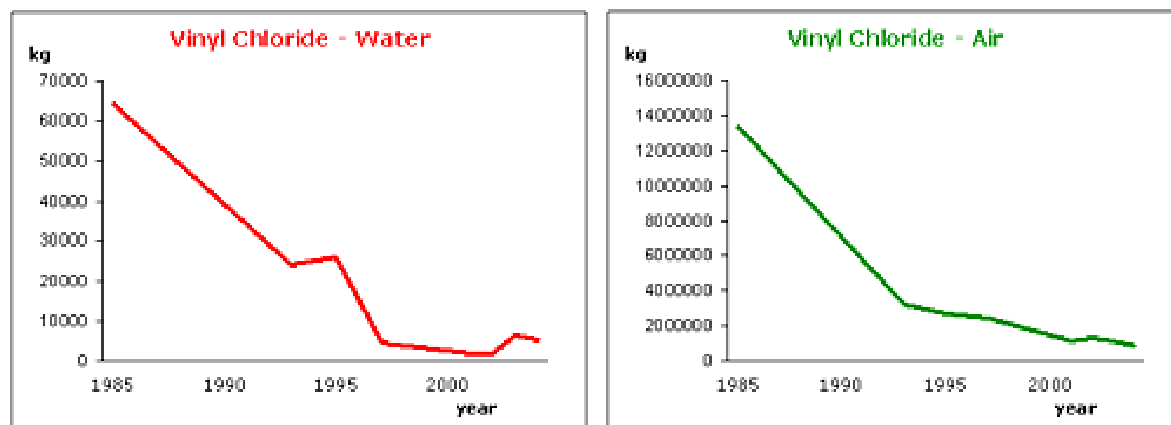
- Dans les eaux résiduaires, en quantité trois fois plus importante que dans le procédé en suspension (EC, 2005)
- est émis par voie canalisée venant de la tour d'atomisation et de la sortie du filtre à manche, et
- par voies diffuses analogues à celles citées ci-dessus (production du CVM).

3.4 Rejets industriels

Les émissions de CVM sont avant tout dues aux rejets industriels des sites de fabrication de CVM et de PVC dans l'air en proximité des sites de production. D'autres sources d'émissions sont les rejets accidentels pendant le transport du CVM, ainsi que les résidus du chlorure de vinyle monomère dans des produits de PVC. Tous ces rejets ont principalement lieu vers l'atmosphère. Eurochlor (site internet) donne l'évolution des rejets industriels de CVM dans l'air et dans l'eau depuis 1985.

CHLORURE DE VINYLE

Graphique 3.4 : évolution des émissions de CVM dans l'air et dans l'eau en Europe



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

Ces graphiques montrent que les émissions de CVM sont en forte diminution depuis 1985 en Europe. En outre, ils montrent également que les rejets dans l'air sont pratiquement 100 fois plus importante 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.

3.4.1 Emissions dans l'air d'une installation générique pour la France

Les valeurs d'émissions, pour une installation générique en France (cf. tableau 3.4.1.a), sont basées sur des valeurs d'émissions pour des installations utilisant les MTD (Meilleures Technologies Disponibles ou BAT : Best Available Techniques) ainsi que sur des résultats de mesures sur des installations en fonctionnement.

Tableau 3.4.1.a : Bilan d'émissions dans l'air de l'installation générique pour la France

Type d'unités	Emissions canalisées	Emissions fugitives
CVM	816 g/h	1 800 g/h
PVC-suspension	1 560 g/h	840 g/h
PVC-émulsion	9 000 g/h	1 000 g/h

Source : circulaire du 2 août 2001

CHLORURE DE VINYLE

La circulaire du 2 août 2001 présente également les résultats d'une modélisation des valeurs moyennes de la concentration autour de l'ensemble des sources (cf. tableau 3.4.1.b).⁹

Tableau 3.4.1.b : Valeurs moyennes de concentration à 500 mètres des sources de l'installation générique pour la France

Source	µg/m ³
CVM	5
PVC en suspension	1 - 2
PVC en émulsion	10

Source : circulaire du 2 août 2001

3.4.2 Emissions dans l'air d'un nombre d'établissements français

Le Registre français des émissions polluantes comporte des données d'émissions de CVM dans l'air en France (cf. tableau 3.4.2), mais non des émissions dans l'eau.

Tableau 3.4.2 : Emissions de CVM en 2004 dans l'air, en kg/an

Etablissement	Localisation	Activité principale	CVM en kg/an
Adisseo	03600 Commentry	Chimie et parachimie	2 790
Artesienne De Vinyle	62160 Bully-les-Mines	Chimie et parachimie	8 500
Arkema	38560 Jarrie	Chimie et parachimie	9 100
Arkema	69191 Saint-Fons	Chimie et parachimie	16 500
Arkema	04600 Château-Arnoux-Saint-Auban (fermeture prévue en 2006 pour les unités de production de CVM)	Chimie et parachimie	256 000
Arkema	13500 Martigues	Chimie et parachimie	85 800
Arkema (Brignoud)	39 190 Villard-Bonnot	Chimie et parachimie	35 800
Arkema Balan	01360 Balan	Chimie et parachimie	20 200
Spm Ucb - Usine Chimique De Berre	13130 Berre-l'Étang	Chimie et parachimie	9 820
Vinylfos	13773 Fos-sur-Mer	Chimie et parachimie	9 400
Solvin	39 500 Tavaux	Chimie et parachimie	53 600
TOTAL			507 510

Source : Registre français des émissions polluantes (<http://www.pollutionsindustrielles.ecologie.gouv.fr/IREP/index.php>).

⁹ Cf. l'annexe II de la circulaire du 2 août 2001 pour les hypothèses sous-jacentes au modèle.

CHLORURE DE VINYLE

3.4.3 Estimation des émissions dans l'eau

Il est possible d'estimer de façon grossière, à partir des données d'émissions dans l'air, les émissions de CVM dans l'eau en France si on connaît la répartition des émissions de CVM dans l'air et dans l'eau. Ainsi en se basant sur des évolutions d'émissions de CVM (graphique 3.4) ainsi que sur les émissions dans l'air recensées dans le Registre Français des Emissions Polluantes (cf. tableau 3.4.2) nous pouvons estimer le flux total de rejet de CVM dans l'eau, des industriels Français, en 2004, à 500 kg/an, avec des émissions par installation variant entre 30 et 250 kg/an pour l'industrie chimique.

Le Document de Référence sur les Meilleures Techniques Disponibles pour la production de polymères (EC, 2005) donne également les estimations des émissions dans l'eau des installations de PVC. Ainsi, on constate que le procédé de fabrication du PVC par émulsion rejette en moyenne 3 fois plus de CVM dans l'eau que le procédé par suspension. Ainsi, après le traitement des effluents aqueux, le procédé par émulsion rejette en moyenne 10 g de CVM par tonne de PVC produite alors que le procédé par suspension n'en rejette que 3,5 g/t.

3.5 Rejets liés à l'utilisation de produits

Le CVM est utilisé pratiquement exclusivement en tant qu'intermédiaire réactionnel pour la fabrication de PVC. Les seuls rejets de CVM liés à l'utilisation de produits ne peuvent donc provenir que d'objets en PVC dans lesquels le CVM peut-être présent sous forme libre. Toutefois, des études de mesures de la qualité de l'air intérieur montrent que le CVM n'est jamais détecté (INERIS, 2005). De même, l'étude de la dégradation de canalisations en PVC, semble indiquer qu'il n'y a pas de rejet de CVM dans les eaux traversant des canalisations en PVC (STRPVC, 2001). Les rejets de CVM liés à l'utilisation de produits en PVC ne sont donc pas une source importante, même si elle reste toujours possible.

4 POSSIBILITES DE REDUCTION DES REJETS

4.1 Produits de substitution

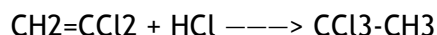
4.1.1 Chlorure de vinyle

- Synthèse du trichloro-1,1,1-éthane

La production, comme solvant, de trichloro-1,1,1-éthane est interdite depuis 1996, mais la production, comme matière première est encore autorisée. Pour synthétiser ce composé, on peut utiliser deux procédés à partir du 1,2-dichloroéthane (CH₂Cl-CH₂Cl) :

CHLORURE DE VINYLE

- Procédé par pyrolyse et obtention du chlorure de vinyle ($\text{CH}_2=\text{CHCl}$) puis par hydrochloration (par HCl) et obtention du 1,1-dichloroéthane ($\text{CH}_3-\text{CHCl}_2$), puis chloration.
- Procédé par chloration et obtention du 1,1,2-trichloroéthane ($\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CHCl}_2$), qui décomposé par la chaleur ou traité par NaOH donne le 1,1-dichloroéthylène (ou chlorure de vinylidène, $\text{CH}_2=\text{CCl}_2$). Le 1,1-dichloroéthylène, en phase liquide, réagit avec du chlorure d'hydrogène gazeux, en absence d'eau et en présence de chlorure ferrique.



En France, Arkema à Saint-Auban (04) utilise le procédé par chloration avec une capacité de production de 50 000 t/an, les produits formés n'étant employés, depuis début 1996, que comme matières premières, principalement dans la fabrication de HCFC 141 et 142b.

Pour plus de détails cf. la fiche sur le 1,1,1-trichloro-éthane.

- Synthèse du PVC

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

4.1.2 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 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 analyse 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 européenne (http://europa.eu.int/comm/environment/waste/studies/pvc/lca_study.htm). Elles montrent notamment que, sur l'ensemble du cycle de vie, la fabrication du CVM est une étape ayant un impact environnemental significatif.

CHLORURE DE VINYLE

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

4.2 Recyclage

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 tonnes 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.

CHLORURE DE VINYLE

4.3 Réduction des émissions industrielles

4.3.1 Production de CVM

La synthèse de CVM, produit peu de déchets ou d'effluents aqueux comme gazeux. Le plus souvent, cette synthèse s'accompagne de la purification du CVM et du recyclage de l'acide chlorhydrique ou du chlorure d'éthylène qui sont ensuite réintroduits dans la chaîne de production. Les rejets gazeux proviennent donc majoritairement des opérations de stockage et de chargement/déchargement de CVM. C'est donc sur ces installations qu'il faut contrôler le mieux possible les rejets. Pour cela, plusieurs solutions existent (IPPC, 2002):

- Le stockage du CVM doit se faire, soit dans des conteneurs pressurisés mais à température ambiante, soit dans des conteneurs réfrigérés et à pression atmosphérique. On évite ainsi la formation trop importante de vapeur de CVM.
- Les vapeurs, provenant soit du dégazage des installations de stockage, soit des installations de production de CVM, doivent être traitées. Pour cela, on peut soit les brûler, soit les traiter par oxydation catalytique ou les adsorber sur du charbon actif.
- 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 proches 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 dissociées (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.

Toutes ces solutions doivent bien sûr s'accompagner de moyens de surveillance et de détection des fuites. Ainsi que d'un entretien régulier des installations (surveillance des joints...).

Le CVM est un composé très volatil. On peut en général lui appliquer les techniques de traitement des COV, en particulier le procédé de lavage des gaz sur lit bactérien pour lequel il est possible d'obtenir des rendements épuratoires de 99%. Le tableau suivant résume ces différentes techniques de traitement des COV (EC, 2001) :

CHLORURE DE VINYLE

Tableau 4.3.1 : procédés de traitement des COV, source (EC, 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€	
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€	

CHLORURE DE VINYLE

Procédé	Application	Description	Performance du traitement	Coût	
				installation	exploitation
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 dimension de la torchère	Jusqu'à 36000€

CHLORURE DE VINYLE

Lorsqu'il est présent dans les effluents aqueux, on peut récupérer le CVM par des opérations de stripping avec de l'air. Selon le Document de Référence sur les Meilleures Techniques Disponibles pour le traitement des effluents dans la chimie (EC, 2001), un tel procédé permet d'atteindre un taux d'abattement de près de 90% dans le cas molécule chlorées (trichloroéthène, dichlorométhane...). Le coûts d'une telle installation est de 4 à 5 millions d'€ (exemple d'une raffinerie avec un traitement par stripping d'eau de 30 m³/h).

4.3.2 Production de PVC

4.3.2.1 Recyclage des effluents contenant du CVM

La fabrication de PVC se fait selon des procédés de fabrication utilisant de l'eau (procédé par suspension ou par émulsion). Au cours de ces synthèses, le CVM n'est pas entièrement consommé, et on cherche à le réutiliser. Il est donc nécessaire de mettre en place des procédés permettant de récupérer ce CVM résiduel à chaque étape de production et ainsi d'en limiter les émissions vers l'environnement. (EC, 2005).

Ainsi, à la suite des étapes de polymérisation (en émulsion et en suspension), on effectue des étapes de stripping (re-vaporisation), de concentration et de séchage qui vont permettre de récupérer le CVM résiduel et de purifier le PVC produit en éliminant en particulier l'eau de process. Le CVM ainsi récupéré peut ensuite être reconcentré et réutilisé lors d'une production ultérieure.

Les effluents gazeux contenant du CVM qui ne peuvent pas être valorisés seront ensuite traités, soit par absorption ou adsorption chimique, soit par incinération, ou soit par traitement catalytique.

4.3.2.2 Traitement des effluents aqueux

En plus des effluents concentrés en CVM, la synthèse de PVC produit d'autres effluents aqueux qu'il faut traiter (eaux de lavage). Ces eaux subissent des opérations d'extraction permettant de récupérer le CVM (EC, 2005), comme par exemple des opérations de stripping. Le CVM ainsi récupéré peut être réintroduit dans la chaîne de production et les eaux sont envoyées vers une station de traitement des effluents. Elles subissent alors des opérations physico-chimiques (floculation/coagulation, filtration membranaire) permettant de récupérer en particulier le PVC et d'abaisser la DCO.

CHLORURE DE VINYLE

5 ASPECTS ECONOMIQUES

5.1 Place de la substance dans l'économie française

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 CVM 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, réparties sur 7 sites de production (restructuration des sites du groupe Arkema). Cette production n'est toutefois pas entièrement consommée en France (seulement 707 kt consommées en 2003), le reste étant exporté. Cette exportation pourrait d'ailleurs augmenter car il semble y avoir une baisse des consommations de PVC en 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.

Selon les données fournies par le ministère du commerce extérieur, on peut considérer que le prix du CVM s'est établi entre 350 et 450 €/t entre 2003 et 2005. De même, le prix du PVC sous forme primaire non mélangé s'est établi entre 600 et 750 €/t entre 2003 et 2005. Ces chiffres représentent donc un chiffre d'affaires moyen de 812 millions € pour les producteurs français de PVC.

Le PVC représente 13% des matériaux plastiques consommés en France. Il sert dans de nombreuses applications, en particulier dans le secteur du bâtiment. Ainsi, à titre d'exemple, en France, en 2004, quelques unes des productions d'éléments en matières plastiques contenant du PVC ont été les suivantes (SESSI, 2004):

Tableau 5.1.1 : Exemples de productions d'éléments en France

Produits fabriqués	Nombres d'entreprises	Quantités livrées (en t)	Facturation HT (en €)
Revêtement de sol, mur..., consistant en un support imprégné, enduit... de PVC	7	114 983	302 406
Monofils, joncs, bâtons, profilés en PVC	27	145 255	426 680
Tubes et tuyaux rigides en PVC	21	193 417	256 569
Autres tubes, tuyaux en PVC non renforcés	8	18 370	33 617
Plaques, feuilles, pellicules, bandes et lames en PVC	11	23 875	55 385

CHLORURE DE VINYLE

5.2 Impact économique des mesures de réduction

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

5.2.1 Réduction à la source

La réduction à la source des émissions de CVM, passe par la réduction de la production de CVM. Pour cela, deux solutions peuvent être envisagées. Soit on réduit la consommation de PVC, en réduisant par exemple son utilisation, soit on recycle le PVC en fin de vie pour en faire du PVC secondaire.

Pour réduire les usages du PVC, il faut utiliser des produits de substitution. Comme on l'a vu, il en existe un grand nombre, pour des usages très différents. Certaines alternatives ne coûtent pas plus cher que le PVC, voire même un peu moins. D'autres coûtent légèrement plus. Ainsi, en considérant les coûts annualisés, le bois, utilisé pour les revêtements extérieurs, est moins cher que le PVC pour les constructions de hautes gammes. De même, la fibre-ciment (mélange de sable et de fibres cellulosiques) est moins chère pour les bâtiments bon marché (Akerman, F., Massey, R., 2005).

Les revêtements de sols en PVC nécessitent un entretien important, ils sont donc plus chers pour des utilisations où les coûts d'entretien sont élevés (bâtiments publics...). Dans ce cas, il sera préférable de les remplacer par des produits alternatifs.

De façon générale, même si les produits en PVC sont moins chers à l'achat, ils ont une durée de vie plus courte, comme c'est le cas pour les fenêtres, les revêtements de façades, les canalisations... Pour voir si les alternatives sont économiquement acceptables, il faut comparer les différents produits, sur la totalité de leur cycle de vie. Enfin, tout comme le PVC, les alternatives créent des emplois dans l'industrie. En outre, les producteurs de PVC sont également producteurs de produits alternatifs. Ainsi, le groupe Arkema, principal producteur de PVC français est aussi un grand producteur de PE et de nombreux autres plastiques. Arkema présente même ses résines Lotryl comme le produit idéal parmi les produits « sans halogènes » (Akerman, F., Massey, R., 2005).

Le recyclage du PVC est aussi une solution pour réduire les émissions de CVM. Cette voie est défendue par les professionnels du PVC, qui dans le cadre du programme Vinyl2010 ont mis en place des filières de récupération et de retraitement du PVC. Les déchets de PVC sont alors valorisés ; le PVC recyclé est principalement utilisé dans la partie centrale de tubes coextrudés, dans les inserts de contreforts de chaussures, dans les sous-couches de dalles de sol, en articles thermoformés et en fibres textiles. Le PVC recyclé coûte en moyenne 30% moins cher que le PVC vierge (Vignes, J.L., 2005).

CHLORURE DE VINYLE

5.2.2 Réduction des rejets industriels

En France, plus de la moitié des émissions de CVM, proviennent de l'usine de St Auban qui ne produit pourtant que 10% du CVM français (cf. tableau 2.1.2.a). Cette usine fait d'ailleurs l'objet d'une surveillance importante de la part de la DRIRE de la région Provence - Alpes - Côte d'Azur qui a limité, par arrêt préfectoral du 10 juin 2003, les rejets atmosphériques de CVM à 119 tonnes par an à compter du 1^{er} janvier 2005 (DRIRE PACA, 2003). Le groupe Arkema a décidé de fermer les unités de fabrication du CVM dans l'usine de St Auban, en recentrant l'activité de l'usine sur la production de résines de PVC. Ces changements laissent donc présager d'une réduction des émissions de CVM pour le principal émetteur français.

Le coût des installations de traitement des effluents aqueux, comme des rejets gazeux est difficile à déterminer car il dépend de la composition des effluents de production (quantité, qualité, nature des produits...) ainsi que du milieu récepteur. Toutefois, selon (EC,2002), l'installation d'une unité de stripping traitant un flux de 40 m³ par heure, coûte 3 M€. De même, on peut citer à titre indicatif les coûts de quelques installations de traitement des COV (EC, 2001) :

Procédé	installation	exploitation
Séparation membranaire	300000€ (200 Nm ³ /h)	60000€/an
Condensation	500000€ (1000 Nm ³ /h) pour une installation de cryogénéisation	
Adsorption	240 m€ pour 1000 Nm ³ /h avec régénération des charbons	1000€ par tonne de charbon
Lavage des gaz	Très variable en fonction du traitement : de 600 à 33500\$	
Biofiltration	5000-20000€	200€ par m ³ de produits filtrant
Lavage des gaz avec action biologiques	5000-15000€	
Lavage des gaz avec lit bactérien	5000-20000€	
Oxydation thermique	Entre 10000 et 50000€ selon les technologies	>25000€ pour les combustion simple sans récupération de chaleur
Oxydation catalytique	10000-80000€	3000-21000€ pour à technique non régénératrice
Torchère	8300-560000€ en fonction des dimension de la torchère	Jusqu'à 36000€

CHLORURE DE VINYLE

6 CONCLUSIONS

Le chlorure de vinyle est un composé organique, gazeux dans les conditions ambiantes, cancérigène et extrêmement inflammable. Il est utilisé à plus de 95% pour la fabrication du polychlorure de vinyle (PVC), 3^{ème} polymère utilisé dans le monde. En France, en 2003, la capacité de production de CVM était de 1290 kt/an, répartie sur 4 sites (les unités du site de St-Auban devraient fermer en 2006). Cette production sert à la synthèse de PVC dont les capacités de production étaient en 2003 de 1445 kt/an, répartie sur 7 sites.

Les rejets de CVM proviennent, quasi-exclusivement, des émissions industrielles des producteurs de CVM et de PVC. Les rejets de CVM 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 CVM dans les milieux aqueux. En outre, depuis 1985, les émissions de CVM sont en fortes diminutions, 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 CVM s'expliquent avant tout par l'amélioration des procédés de production de PVC et de CVM et des procédés de traitement des effluents. Néanmoins, on constate aujourd'hui que de nombreux industriels développent des alternatives, moins nocives 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. Cette stabilisation de la consommation, qui s'ajoute aux objectifs de valorisation matière du PVC en fin de vie, pourrait ainsi accélérer la réduction des émissions de CVM à l'horizon 2015.

De plus, selon le programme Vinyl2010, les industriels se sont engagés à recycler une grande partie du PVC en fin de vie. Les objectifs de cette démarche sont de valoriser chaque année 200 000 t de PVC en Europe, d'ici à 2010, ce qui représente, pour une capacité de production européenne de 6 500 t, 3% du PVC produit chaque année. Ce programme pourrait donc aussi avoir pour conséquence de réduire d'autant la production de CVM.

On peut également améliorer les procédés de production et de traitement des effluents chargés en CVM.

Par ailleurs, ce site Arkema de St-Auban, responsable de la moitié des rejets de CVM en France va fermer.

Compte-tenu de tous ces éléments, et en prenant comme référence l'année 1995, il semble possible de réduire significativement les émissions françaises de CVM à l'horizon 2015.

CHLORURE DE VINYLE

7 REFERENCES

7.1 Entreprises, organismes et experts interrogés

PVC recyclage

Eurochlor

Syndicat des halogènes et dérivés

Usine Solvay de Tavaux.

INERIS, unité chimie analytique et environnemental

7.2 Sites Internet consultés

ATSDR - Agency for Toxic Substances and Disease Registry : <http://www.atsdr.cdc.gov/>

CITEPA - Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique : <http://www.citepa.org/>

ECVM - European Council of Vinyl Manufacturers : <http://www.ecvm.org/>

Euro Chlor, representing the chlor-alkali industry : <http://www.eurochlor.org/>

EIPPCB - European IPPC Bureau : <http://eippcb.jrc.es/>

DGCCRF - Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes : <http://www.finances.gouv.fr/DGCCRF/>

EU - European Commission : <http://europa.eu.int>

INRS - Institut National de Recherche et de Sécurité : <http://www.inrs.fr/>

IPCS - The International Programme on Chemical Safety : <http://www.who.int/ipcs/en/>

MEDD - Ministère de l'écologie et du développement durable : <http://www1.environnement.gouv.fr/sommaire.php3>

OSPAR - Commission OSPAR pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est : <http://www.ospar.org/>

SCT - Scientific Committee for Toxicity, Ecotoxicity and the Environment : http://europa.eu.int/comm/health/ph_risk/committees/sct/sct_en.htm

SPMP - Syndicat des Producteurs de Matières Plastiques : <http://spmp.sgbd.com/>

UBA - Umweltbundesamt (German Federal Environmental Agency) : <http://www.umweltbundesamt.de/index.htm>

UIC - Union des Industries Chimiques : <http://www.uic.fr/>

WHO - World Health Organisation : <http://www.who.int/en/>

CHLORURE DE VINYLE

7.3 Bibliographie

7.3.1 Législation européenne et internationale

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) ; http://www.ospar.org/v_ospar/strategy.asp?v0=3&lang=2.

Décision OSPAR 98/5 sur les plafonds d'émission et de rejet dans le secteur du chlorure de vinyle, applicables à la fabrication du PVC en suspension (s-PVC) à partir du chlorure de vinyle monomère (CVM) ; http://www.ospar.org/v_ospar/strategy.asp?v0=3&lang=2.

Directive 76/464/CEE du Conseil, du 4 mai 1976, concernant la pollution causée par certaines substances dangereuses déversées dans le milieu aquatique de la Communauté. *Journal officiel n° L 129 du 18/05/1976 p. 0023 - 0029*.

Directive 76/769/CEE du Conseil, du 27 juillet 1976, concernant le rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives des États membres relatives à la limitation de la mise sur le marché et de l'emploi de certaines substances et préparations dangereuses. *Journal officiel n° L 262 du 27/09/1976 p. 0201 - 0203*.

Directive 78/142/CEE du Conseil, du 30 janvier 1978, relative au rapprochement des législations des États membres en ce qui concerne les matériaux et objets contenant du chlorure de vinyle monomère destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires. *Journal officiel n° L 044 du 15/02/1978 p. 0015 - 0017*.

Directive 78/610/CEE du Conseil, du 29 juin 1978, concernant le rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives des États membres relatives à la protection sanitaire des travailleurs exposés au chlorure de vinyle monomère. *Journal officiel n° L 197 du 22/07/1978 p. 0012 - 0018*.

Directive 80/766/CEE de la Commission, du 8 juillet 1980, portant fixation de la méthode communautaire d'analyse pour le contrôle officiel de la teneur des matériaux et objets en chlorure de vinyle monomère destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires. *Journal officiel n° L 213 du 16/08/1980 p. 0042 - 0046*.

Directive 81/432/CEE de la Commission, du 29 avril 1981, portant fixation de la méthode communautaire d'analyses pour le contrôle officiel du chlorure de vinyle cédé par les matériaux et objets aux denrées alimentaires. *Journal officiel n° L 167 du 24/06/1981 p. 0006 - 0011*.

Directive 89/109/CEE du Conseil du 21 décembre 1988 relative au rapprochement des législations des États membres concernant les matériaux et objets destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires. *Journal officiel n° L 040 du 11/02/1989 p. 0038 - 0044*.

CHLORURE DE VINYLE

Directive 93/72/CEE de la Commission du 1er septembre 1993 portant dix-neuvième adaptation au progrès technique de la directive 67/548/CEE du Conseil concernant le rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives relatives à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses. Journal officiel n° L 258 du 16/10/1993 p. 0029 - 0030.

Recommandation OSPAR 2000/3 relative aux plafonds d'émission et de rejet dans la fabrication du PVC en émulsion (e-PVC) à partir du chlorure de vinyle monomère; http://www.ospar.org/v_ospar/strategy.asp?v0=3&lang=2.

7.3.2 Législation française

Arrêté du 30 janvier 1984 relatif aux matériaux et objets contenant du chlorure de vinyle monomère et destinés à être mis au contact des denrées, produits et boissons alimentaires

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. (JO du 3 mars 1998)

Circulaire du 2 août 2001 relative aux installations classées mettant en œuvre le chlorure de vinyle monomère (CVM).

Circulaire du 13 juillet 2004 relative aux Installations classées. Stratégie de maîtrise et de réduction des émissions atmosphériques toxiques pour la santé

Décret n°80-203 du 12 mars 1980 portant règlement d'administration publique relatif aux mesures de protection des travailleurs contre les risques présentés par le chlorure de vinyle monomère. Source "Journal officiel de la République française", 16 mars 1980, vol.112, n°65, p.734-736.

Décret n°2001-97 du 1er février 2001 établissant les règles particulières de prévention des risques cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction et modifiant le code du travail. J.O. numéro 29 du 3 Février 2001, p.01866.

Décret no 2001-868 du 17 septembre 2001 portant publication de la décision OSPAR 98/5 sur les plafonds d'émission et de rejet dans le secteur du chlorure de vinyle applicables à la fabrication du PVC en suspension (s-PVC) à partir du chlorure de vinyle monomère (CVM) (ensemble un appendice), prise par la commission OSPAR à Sintra le 22 juillet 1998. Journal Officiel Numéro 220 du 22 Septembre 2001, p. 15044.

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. J.O. Numéro 263 du 13 Novembre 2001, p. 18037.

Décret no 2005-378 du 20 avril 2005 relatif au programme national d'action contre la pollution des milieux aquatiques par certaines substances dangereuses. J.O. du 23 avril 2005.

CHLORURE DE VINYLE

7.3.3 Publications

ALCIMED (2002), Analyse des marchés potentiels des agro-solvants et recommandations pour la conduite du programme AGRICE, ALCIMED Chemtechnologies, (http://www.ademe.fr/partenaires/agrice/publications/documents_francais/CP1.pdf)

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

Arkema, 2005. Projet de plan de consolidation du pôle produits vinyliques d'arkema : comité central d'entreprise du 7 avril 2005. Communiqué de presse.

Arkema, 2005. Présentation du site de Saint Auban. www.arkemagroup.com

Commission Européenne, 2000. Livre vert, problème environnementaux du PVC.

DRIRE Provence Alpes Côte d'azur, 2003. Faits marquants en 2003.

Delzell et al. (1994) - Potential adverse effects of chlorinated chemicals - Chapter 3, Vinyl chloride and Polyvinyl chloride. - Reg. Toxicol. and Pharmacol., 20, S216-S159.

EC, 2001. 'Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Best available techniques in common waste water and waste gas treatment / management systems in the chemical sector.

EC (2002), 'Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Reference Document on Best Available Techniques in 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.

ECVM (2003), 'Guidelines for the distribution of Vinyl Chloride', Brussels, Belgium.

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 [<http://www.eurochlor.org/chlorine/science/mra%5Fvinylchloride.pdf>].

Greenpeace, 2003. PVC-Free Future: A Review of Restrictions and PVC free Policies Worldwide. 9th édition. 2003.

INERIS (2001), 'Chlorure de Vinyle', Fiche de données toxicologique 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.

CHLORURE DE VINYLE

INERIS (2005), 'Trichloréthylène, tétrachloréthylène et chlorure de vinyle dans l'air. Sources, mesures et concentrations', Rapport d'étude N° INERIS-DRC-05-56770-AIRE-n°0094-lzd.

INRS (2002), 'Produits chimiques cancérogènes, mutagènes, toxiques pour la reproduction. Classification réglementaire', Cahiers e notes documentaires - Hygiène et sécurité du travail - N° 187, 2^{ème} trimestre 2002, ND 2168-187--02.

OECD SIDS (2001), 'Vinyl Chloride', SIDS Initial Assessment Report for SIAM 13, 6-9 November 2001, Switzerland, UNEP Publications.

OMS (1987), 'Vinyl chloride', in: Air quality guidelines for Europe. Copenhagen, World Health Organization, Regional Office for Europe, pp 158-169 (WHO Regional Publications, European Series No. 23).

OMS (1999), 'Vinyl Chloride', Environmental Health Criteria 215. World Health Organisation, Geneva.

STRPVC (syndicat des tubes et raccords en PVC), 2001. Caractéristiques environnementales et sanitaires des canalisation PVC.

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

SPMP, 2003. Matières plastiques, chiffres en 2003.

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

US EPA (2004), 'Vinyl Chloride (CAS Reg. No. 75-01-4). Proposed acute exposure guideline levels (AEGLs). Public Draft.Federal Register - March 2004', United States Environmental Protection Agency, Office of Pollution Prevention and Toxics [<http://www.umweltbundesamt.de/anlagen/AEGLWEB/Downloads/Vinylchlorid-full.pdf>].

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

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

CHLORURE DE VINYLE

ANNEXE

Normes environnementales des Chartes ECVM et couvertes par le programme 'Vinyl 2010'.

Normes de protection de l'environnement pour la production de DCE et de CVM

Limites d'émission totale de tous les événements (effluents gazeux) :	
CVM :	< 5 mg/Nm ³
EDC :	< 5 mg/Nm ³
HCl :	< 30mg/Nm ³
Ethylène :	< 150mg/Nm ³
Dioxines :	< 0.1 ng/TEQ/Nm ³
Limites des rejets pour tous les effluents aqueux :	
EDC :	< 5g/tonne de capacité de purification de EDC
Cuivre :	<1 g/tonne de capacité d'oxychloration
Dioxines :	<1 µg TEQ/tonne de capacité d'oxychloration

*TEQ = Toxic Equivalent Quantity.

Normes de protection de l'environnement pour la production de PVC (procédé suspension)

Emission totale pour la production de PVC :	<100 g/tonne de PVC
Concentration de CVM dans les effluents aqueux	<1 g/m ³ d'effluent
Concentration de CVM dans le produit fini	<5 g/tonne de PVC (pour les qualités standard) <1 g/tonne de PVC (pour les applications alimentaires ou médicales)

Normes de protection de l'environnement pour la production de PVC (Procédé émulsion)

Emission totale de CVM dans l'air	< 1000 g/tonne de E PVC
Emission de CVM dans les effluents aqueux	
Pour les usines de PVC exploitant le procédé émulsion seulement	< 1 g/m ³ d'effluents
et	< 10 g/tonne de E-PVC
Dans le cas de traitement commun avec des unités de	
PVC procédé suspension :	< 1 g/m ³ d'effluents
Ou	< 5 g/tonne de E+S-PVC
Concentration de CVM dans le produit fini :	< 1 g/tonne de E-PVC