



Pêches et Environnement  
Canada

Fisheries and Environment  
Canada

Service de la  
protection de  
l'environnement

Environmental  
Protection  
Service

---

Technologie de la lutte  
contre la pollution  
atmosphérique  
Industries de fabrication du  
chlorure de vinyle



---

Révision économique et technique  
Rapport EPS 3-AP-77-4F

Direction générale de l'assainissement de l'air

978

TD  
182  
R46

3-AP-77-4F Rég. Québec Biblio. Env. Canada Library



38 505 057

## **SÉRIE DE RAPPORTS DU SERVICE DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT**

Les rapports sur la révision économique et technique concernent des revues de l'état des connaissances, des études documentaires, des inventaires industriels et des recommandations connexes dans des domaines non touchés par le travail expérimental. L'établissement de ces rapports est la responsabilité d'un organisme extérieur ou du personnel du Service de la protection de l'environnement.

Le Service compte d'autres séries de rapports: règlements, codes et accords; politiques et planification; développement technologique; exposés et mémoires découlant d'enquêtes publiques; évaluations et effets environnementaux.

Prière d'envoyer toute demande de renseignements ayant trait aux rapports du Service à l'adresse suivante: Service de la protection de l'environnement, Ministère de l'Environnement, Ottawa K1A 1C8, Ontario, Canada.

## **ENVIRONMENTAL PROTECTION SERVICE REPORT SERIES**

Economic and Technical Review Reports relate to state-of-the-art reviews, library surveys, industrial inventories, and their associated recommendations where no experimental work is involved. These reports will either be undertaken by an outside agency or by the staff of the Environmental Protection Service.

Other categories in the EPS series include such groups as Regulations, Codes, and Protocols; Policy and Planning; Technology Development; Surveillance; Briefs and Submissions to Public Inquiries; and Environmental Impact and Assessment.

Inquiries pertaining to Environmental Protection Service Reports should be directed to the Environmental Protection Service, Department of the Environment, Ottawa K1A 1C8, Ontario, Canada.

TD  
182  
R46  
3-AP-77-4F

ST90.08

**TECHNOLOGIE DE LA LUTTE CONTRE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE  
INDUSTRIES DE FABRICATION DU CHLORURE DE VINYLE**

par

A.B. Gibson et F. Vena

Division des procédés chimiques  
Direction de la dépollution et du contrôle  
Direction générale de l'assainissement de l'air

Rapport EPS 3-AP-77-4F  
Mars 1978



## RÉSUMÉ

Au Canada, les sources industrielles potentielles de dégagement de chlorure de vinyle sont examinées, et les techniques antipollution disponibles pour réduire leurs dégagements sont indiquées.

En 1973, les dégagements de chlorure de vinyle par l'ensemble de l'industrie canadienne ont été estimés à 5 000 tonnes courtes. De ce total, 89 p. 100 étaient attribuables à la fabrication du chlorure de polyvinyle et 10 p. 100, à celle du chlorure de vinyle. Le reste, environ 1 p. 100 provenait de la fabrication de matières plastiques à base de chlorure de polyvinyle. On estime que des mesures antipollution efficaces utilisant les techniques disponibles peuvent réduire de 95 p. 100 ces dégagements.

## **ABSTRACT**

Canadian industrial operations that are potential sources of vinyl chloride emissions to the atmosphere are reviewed. Abatement technology available to reduce the level of vinyl chloride emissions from these sources is highlighted.

For the year 1973, the total atmospheric emission of vinyl chloride from Canadian industrial operations was estimated at 5 000 short tons. The polyvinyl chloride manufacturing industry was responsible for an estimated 89% of the emission and vinyl chloride manufacturing operations accounted for 10%. The plastics fabrication industry, which processes polyvinyl chloride into end-use plastic products, was responsible for the remainder, about 1%. Effective control measures, using available technology, can achieve an estimated 95% reduction in these emissions.

## TABLE DES MATIÈRES

	<b>PAGE</b>
RÉSUMÉ	i
ABSTRACT	ii
LISTE DES TABLEAUX	iv
LISTE DES DIAGRAMMES	v
1 INTRODUCTION	1
1.1 Historique	1
1.2 But	2
1.3 Portée	2
2 DESCRIPTION DE L'INDUSTRIE	3
3 DESCRIPTION DES PROCÉDÉS DE FABRICATION	6
3.1 Procédés de fabrication du chlorure de vinyle	6
3.2 Procédés utilisant le chlorure de vinyle comme principale source d'alimentation	11
4 QUANTITÉS ÉMISES	16
4.1 Fabrication du polychlorure de vinyle	19
4.2 Fabrication du chlorure de vinyle	20
4.3 Fabrication du trichloro-1,1,1 éthane	20
4.4 Fabrication des matières plastiques	20
5 SOURCES D'ÉMISSIONS ET MESURES ANTIPOLLUTION	21
5.1 Émissions fugitives	21
5.2 Émissions captives	23
5.3 Limites possibles d'émission	43
5.4 Coûts des mesures antipollution	43
RÉFÉRENCES	46
BIBLIOGRAPHIE	48

**LISTE DES TABLEAUX**

<b>TABLEAU</b>		<b>PAGE</b>
1	USINES DE FABICATION DU CHLORURE DE VINYLE - 1973	4
2	USINES DE FABICATION DU POLYCHLORURE DE VINYLE - 1973	5
3	UTILISATIONS DES RÉSINES DE POLYCHLORURE DE VINYLE	5
4	FACTEUR D'ÉMISSION DE CHLORURE DE VINYLE POUR LES USINES CANADIENNES ET AMÉRICAINES FABRICANT DU POLYCHLORURE DE VINYLE	19
5	SOURCES POSSIBLES D'ÉMISSION DE CHLORURE DE VINYLE: PRODUCTION DU CHLORURE DE VINYLE À PARTIR DU PROCÉDÉ ÉQUILIBRÉ EMPLOYANT LE DICHLOROÉTHANE	24
6	SOURCES D'ÉMISSION POSSIBLES DE CHLORURE DE VINYLE: FABRICATION DU POLYCHLORURE DE VINYLE - POLYMÉRISATION EN SUSPENSION	28
7	VENTILATION DU SYSTÈME DE RÉCUPÉRATION DU MONOMÈRE: EFFET PRÉVU DES MESURES ANTI POLLUTION	32
8	LIMITES POSSIBLES D'ÉMISSION - SOURCES CAPTIVES: FABRICATION DU CHLORURE DE VINYLE; FABRICATION DU POLYCHLORURE DE VINYLE	44



## LISTE DES DIAGRAMMES

DIAGRAMME		PAGE
1	CHLORATION DIRECTE DE L'ÉTHYLÈNE EN DICHLOROÉTHANE	7
2	OXYCHLORATION DE L'ÉTHYLÈNE EN DICHLOROÉTHANE	8
3	FABRICATION DU CHLORURE DE VINYLE - PROCÉDÉ ÉQUILIBRÉ	10
4	POLYMÉRISATION EN SUSPENSION DU CHLORURE DE VINYLE	14
5	RÉACTEUR DE PRODUCTION DU POLYCHLORURE DE VINYLE	15
6	SYSTÈME EXTRACTEUR	17
7	PROCÉDÉ DE FABRICATION DU TRICHLORO - 1, 1, 1 ETHANE	18
8	FABRICATION DU CHLORURE DE VINYLE - SOURCES D'ÉMISSION POUR LE PROCÉDÉ ÉQUILIBRÉ	26
9	SOURCES D'ÉMISSION D'UNE USINE DE FABRICATION DU POLYCHLORURE DE VINYLE	29
10	SYSTÈME DE RÉCUPÉRATION DU MONOMÈRE	30
11	SECTION DE RÉCUPÉRATION DE LA RÉSINE	35



## 1 INTRODUCTION

### 1.1 Historique

En janvier 1974 on signalait (1) la mort de plusieurs travailleurs exposés à des concentrations mesurables de chlorure de vinyle, d'un cancer du foie très rare, l'angiosarcome. À la suite de cette découverte, d'importants travaux ont été entrepris par les services de recherche des industries concernées, des gouvernements et des groupes indépendants pour produire et évaluer des données médicales et scientifiques appropriées.

Bien que restreinte initialement, l'étude des effets du chlorure de vinyle sur les humains se poursuit depuis le début des années 1940. À l'époque on croyait le produit sans danger et on a même effectué plusieurs expériences afin d'évaluer les propriétés anesthésiques (2). Toutefois, durant les années 1950, des rapports médicaux ont suggéré l'existence possible d'un lien entre le chlorure de vinyle et différentes affections, lésions cutanées, troubles circulatoires et gastrites (3). Au milieu des années 1960, des chercheurs ont rapporté plusieurs cas d'acroostéolyse, dégénérescence des os des doigts, parmi les travailleurs effectuant le nettoyage manuel des réacteurs de polymérisation du chlorure de vinyle (4). Les résultats d'expériences publiés au début des années 1970 révélaient une augmentation notable de tumeurs cancéreuses de la peau et des poumons chez des rats exposés à une atmosphère contenant des quantités contrôlées de chlorure de vinyle (5). La poursuite de ces analyses, de même que des études épidémiologiques portant sur la mortalité des travailleurs exposés au chlorure de vinyle, ont démontré que ce produit causait l'angiosarcome (1, 6).

Le chlorure de vinyle monomère (CVM) est un hydrocarbure chloré dont la formule chimique est  $\text{CH}_2\text{CHCl}$ . Il s'agit d'un gaz incolore, inflammable, ayant une odeur étherée. Dans les conditions atmosphériques normales, il bout à  $-14^\circ\text{C}$  (7). Le chlorure de vinyle libéré dans l'atmosphère se décompose, en présence de lumière solaire, en oxydes de carbone, acide chlorhydrique et eau. Il n'y persiste cependant pas indéfiniment (8). La rémanence du composé dépend de l'intensité de la lumière, des concentrations d'oxydes d'azote, etc. mais elle est d'environ 2 jours (9).

En septembre 1974, la U.S. Environmental Protection Agency annonçait son intention d'établir une norme nationale d'émission pour le chlorure de vinyle.

Cette norme a été établie en vertu de l'article 112 du "U.S. Clean Air Act" qui traite des polluants atmosphériques dangereux et a été promulguée lors de l'édition du 21 octobre 1976 du U.S. Federal Register.

Jusqu'à maintenant, personne n'a fixé de niveau inoffensif d'exposition au chlorure de vinyle. Reconnaisant le sérieux de la situation, Santé et Bien-être social Canada a recommandé, en vue de protéger la santé publique, que les émissions de chlorure de vinyle de sources fixes au Canada soient contrôlées et maintenues au plus bas niveau possible. En conséquence, Environnement Canada entend établir des normes nationales d'émission pour le chlorure de vinyle en vertu de l'article 7 de la Loi sur la lutte contre la pollution atmosphérique. Ces normes devront stipuler les quantités maximales de chlorure de vinyle que pourront émettre dans l'atmosphère des sources fixes.

### **1.2 But**

Le présent rapport vise à fournir l'information technique nécessaire pour la mise au point de normes nationales d'émission pour le chlorure de vinyle.

### **1.3 Portée**

Le présent rapport contient des renseignements techniques et statistiques sur les principales sources fixes d'émission de chlorure de vinyle au Canada. Les sources fixes observées regroupent les usines de fabrication du chlorure de vinyle et du polychlorure de vinyle. Ces usines constituent les principales sources fixes d'émission de chlorure de vinyle dans l'atmosphère.

Les procédés de fabrication présentement utilisés au Canada font également l'objet d'une analyse. Le rapport présente en outre les sources connues d'émission de chlorure de vinyle à l'intérieur de ces usines et une étude des mesures antipollution qui peuvent servir à réduire ces émissions.

Les données relatives aux émissions des usines que nous présentons reflètent la situation dans l'industrie canadienne en 1973. Les procédés de fabrication du chlorure de vinyle ou du polychlorure de vinyle à cette époque sont considérés comme des procédés "incontrôlés" typiques. L'efficacité des mesures antipollution présentées ici est mesurée par le pourcentage de diminution des émissions de chlorure de vinyle à partir d'une source précise, par rapport à la situation qui prévalait en 1973. Donc, 1973, est considérée comme "année de référence" pour les usines mentionnées dans le présent rapport.

Outre la description détaillée des procédés de fabrication du chlorure de vinyle et du polychlorure de vinyle, on étudie brièvement deux autres processus, sources potentielles d'émission de chlorure de vinyle, la fabrication du dichloroéthane\* et celle du trichloro-1, 1, 1 éthane. L'émission de chlorure de vinyle dans ces deux cas dépend de la technologie employée pour fabriquer ces produits.

Les usines de transformation du polychlorure de vinyle constituent une autre source fixe d'émission de chlorure de vinyle dans l'atmosphère. Ces usines transforment la résine de polychlorure de vinyle en articles de plastique. Plus de 150 de ces usines fonctionnaient au Canada en 1973 (10).

Collectivement, les usines de transformation du polychlorure de vinyle causent 1 p. 100 du total des émissions de chlorure de vinyle dans l'atmosphère provenant de toutes les sources fixes au Canada (l'estimation tient compte des transferts de produits et des pertes dues au vieillissement). Puisque cette contribution provient d'un grand nombre d'usines, les caractéristiques des procédés de fabrication ont été exclues du présent rapport.

De nombreuses sources de références ont servi à recueillir l'information présentée ici. Étant donné que les usines canadiennes à l'étude emploient essentiellement les mêmes procédés technologiques que leurs homologues américaines, les données de l'Environmental Protection Service ont servi à plusieurs reprises dans ce rapport (11). L'industrie canadienne a également fourni de l'information additionnelle en réponse au questionnaire concernant les émissions de polluants par les industries de résines synthétiques ou pétrochimiques et les procédés de fabrication, distribué par le Service de la protection de l'environnement, en 1974. On a, de plus, obtenu des renseignements supplémentaires lors de visites d'usines et par l'étude de la documentation pertinente.

## **2 DESCRIPTION DE L'INDUSTRIE**

Durant "l'année de référence", soit 1973, deux compagnies au Canada produisaient environ 245 millions de livres de chlorure de vinyle, soit Dow Chemical Canada Ltd., à Sarnia (Ontario) et Gulf Oil Canada Ltd. à Varennes (Québec). On présente au tableau 1 les chiffres de production de chacune des usines.

\*Il s'agit à strictement parler du dichloro-1, 2 éthane souvent appelé dichlorure d'éthylène.

TABLEAU 1 USINES DE FABRICATION DU CHLORURE DE VINYLE  
- 1973 (12, 13)

Usine	Capacité de production 10 <sup>6</sup> lb/année
Dow Chemical Canada Ltd. Sarnia (Ontario)	200
Gulf Oil Canada Ltd.* Varenes (Québec)	120

\*La compagnie Gulf Oil a fermé cette usine en 1975.

Dow Chemical Canada Ltd. et Gulf Oil Canada Ltd. procédaient toutes deux au craquage du dichloroéthane pour produire le chlorure de vinyle. Plus de 90 p. 100 du chlorure de vinyle produit au Canada en 1973 servait à produire les résines de polychlorure de vinyle. Le reste allait à la fabrication du trichloro-1, 1, 1 éthane.

En 1973, quatre usines fonctionnaient au Canada et produisaient environ 228 millions de livres de résine de polychlorure de vinyle (12, 13). À cette époque, ces usines fonctionnaient à environ 90 p. 100 de leur capacité annuelle combinée, établie à 252 millions de livres (12, 13). On donne au tableau 2 le lieu et le potentiel de production de chacune d'elles.

Les fabricants de matière plastique ont consommé en 1973 environ 257 millions de livres de résine (excluant les additifs) (13). Le manque à produire des fournisseurs canadiens venait principalement des États-Unis. On résume au tableau 3 les principaux usages que l'on fait au Canada des résines de polychlorure de vinyle.

TABLEAU 2 USINES DE FABRICATION DU POLYCHLORURE DE VINYLE - 1973 (12. 13)

Usine	Capacité de production 10 <sup>6</sup> lb/année
Esso Chemical Canada Sarnia (Ontario)	90
B.F. Goodrich Canada Ltd. Niagara Falls (Ontario)	72
B.F. Goodrich Canada Ltd. Shawinigan (Québec)	50
Monsanto Chemical Co.* LaSalle (Québec)	<u>40</u>
TOTAL	252

\*La Compagnie Monsanto a fermé cette usine en 1975.

TABLEAU 3 UTILISATIONS DES RÉSINES DE POLYCHLORURE DE VINYLE (14)

Produit fini	Pourcentage de la consommation industrielle totale
Pellicules et feuilles	15,8
Isolation de fils et de câbles	14,2
Tuyaux et conduits	13,6
Autres produits extrudés et moulés	10,7
Recouvrements de plancher	13,6
Disques	3,3
Autres plastisols	20,3
Produits soufflés	2,6
Autres applications	5,9

### 3 DESCRIPTION DES PROCÉDÉS DE FABRICATION

Les procédés décrits dans les sous-sections suivantes représentent les principales sources industrielles d'émission de chlorure de vinyle dans l'atmosphère.

#### 3.1 Procédés de fabrication du chlorure de vinyle

En Amérique du Nord, on produit le chlorure de vinyle commercialement sous forme liquide, à l'aide d'un des deux procédés courants de fabrication:

- 1) pyrolyse du dichloroéthane
- 2) réaction en phase vapeur de l'acétylène et du chlorure d'hydrogène.

La pyrolyse du dichloroéthane est le seul procédé employé au Canada pour produire le chlorure de vinyle et, même aux États-Unis, elle sert à environ 92 p. 100 de la production (11). Tenant compte de la situation canadienne actuelle et considérant qu'il est peu probable que de nouvelles usines canadiennes utilisent le vieux procédé acétylène-chlorure d'hydrogène, la pyrolyse du dichloroéthane est le seul procédé décrit dans le présent rapport. Étant donné que les usines de production du chlorure de vinyle fabriquent généralement le dichloroéthane nécessaire sur place, les principaux procédés de fabrication de ce produit sont également décrits.

##### A) Procédé employés pour fabriquer le dichloroéthane

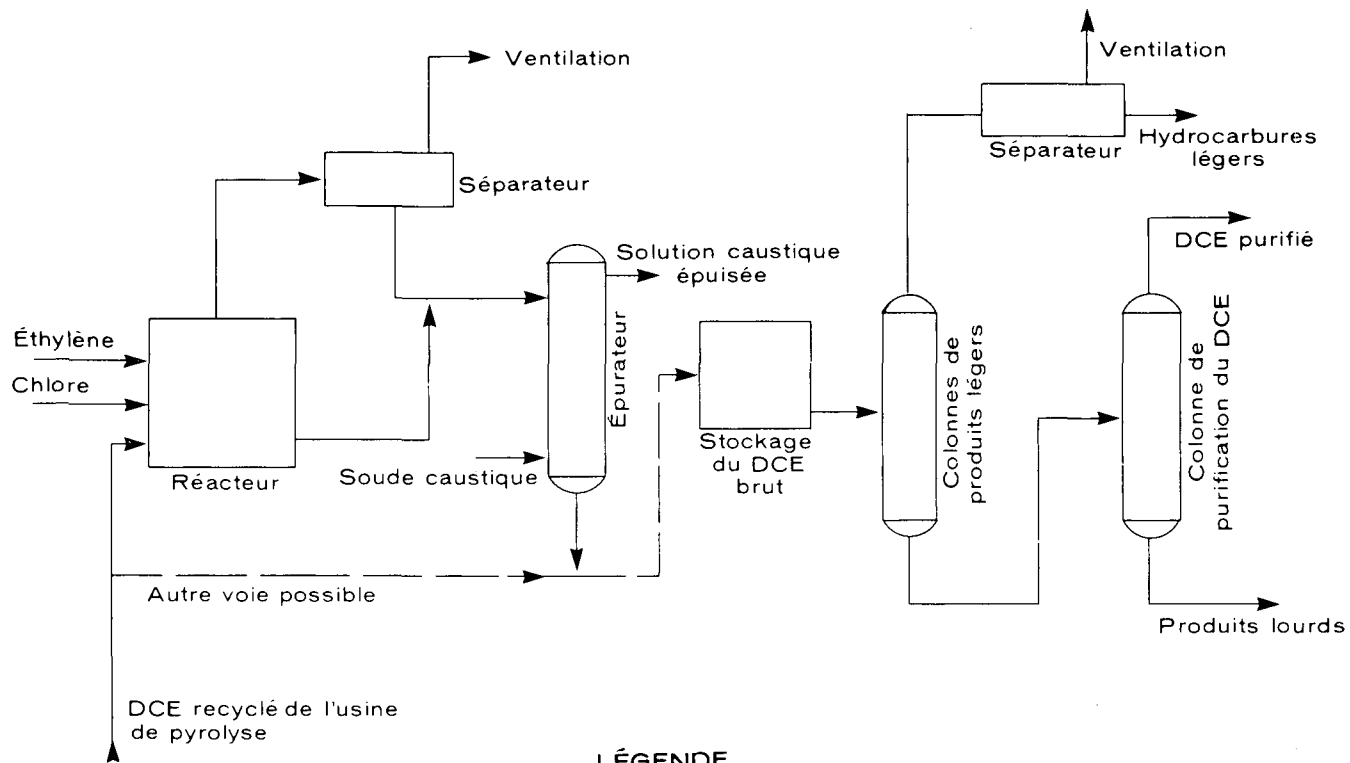
Deux des procédés commerciaux les plus utilisés pour produire le dichloroéthane, sont le procédé direct de chloration de l'éthylène et le procédé d'oxychloration. Les diagrammes 1 et 2 sont des schémas simplifiés décrivant les procédés types de fabrication.

La chloration directe de l'éthylène pour produire le dichloroéthane implique la réaction de l'éthylène et du chlore en présence d'un catalyseur selon l'équation chimique suivante:



La réaction se produit à des températures et des pressions variant entre 40°C et 130°C et 5 et 10 atmosphères respectivement, selon le procédé employé (15). Des températures de réaction excessives favorisent la formation de produits de l'éthane surchlorés comme le trichloro-1,1,2 éthane. Le rendement en dichloroéthane est habituellement d'environ 90 p. 100 (16). La méthode de fractionnement sert à récupérer les principaux produits de la réaction.





LÉGENDE  
DCE - DICHLOROÉTHANE

Diagramme 1 CHLORATION DIRECTE DE L'ÉTHYLÈNE EN DICHLOROÉTHANE

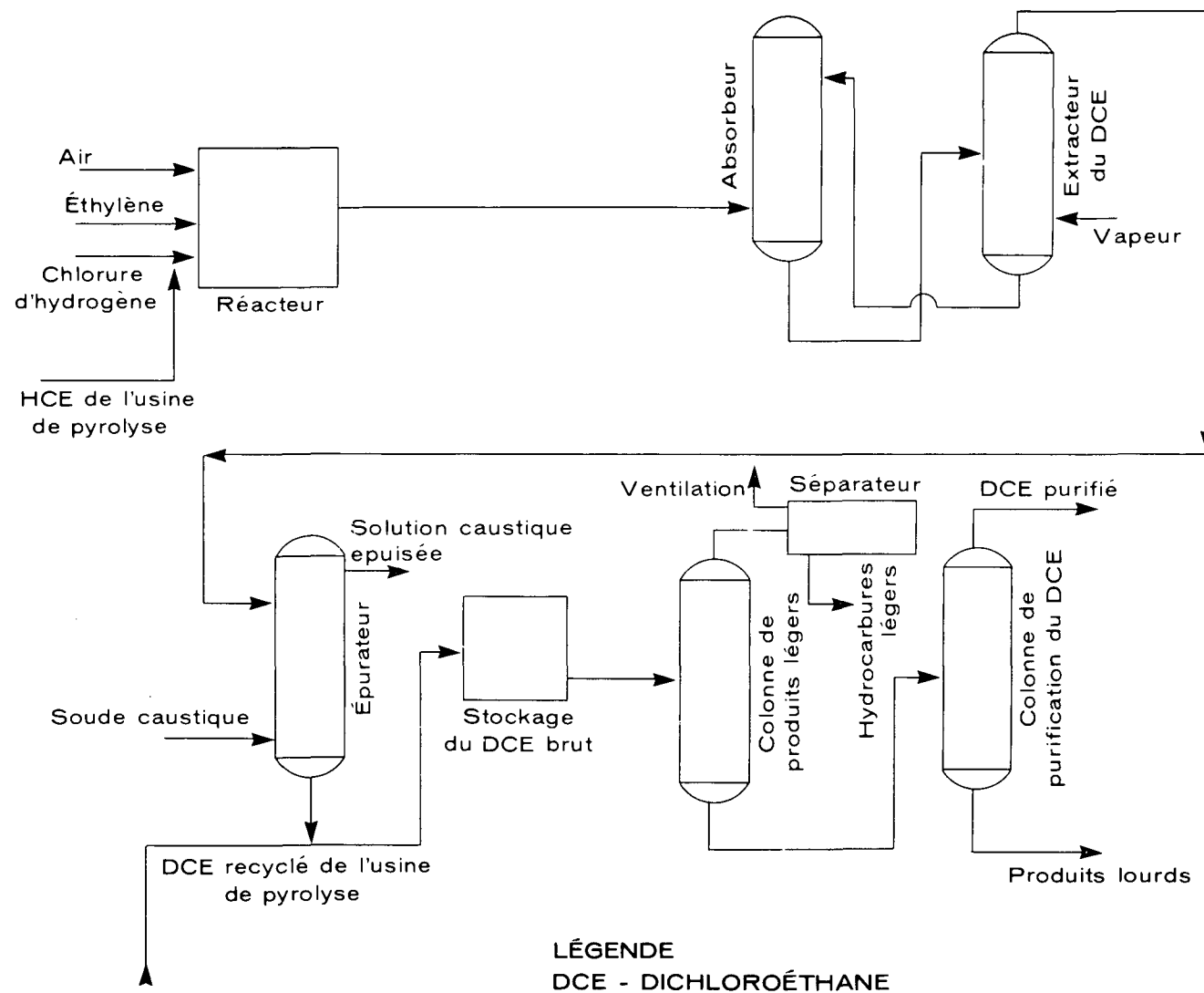
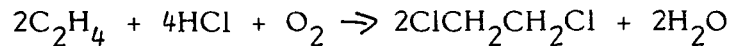


Diagramme 2 OXYCHLORATION DE L'ÉTHYLÈNE EN DICHLOROÉTHANE

Le procédé d'oxychloration implique la réaction de l'éthylène, du chlorure d'hydrogène et de l'oxygène dans un processus catalytique selon l'équation chimique suivante:



Les réacteurs fonctionnent généralement à des températures d'environ 200°C et sous une pression de 15 atmosphères (15). Le rendement en dichloroéthane est d'environ 95 p. 100 (16). Les produits de la réaction sont habituellement lavés dans une solution caustique avant la séparation et l'extraction finales.

## B) PYROLYSE DU DICHLOROÉTHANE

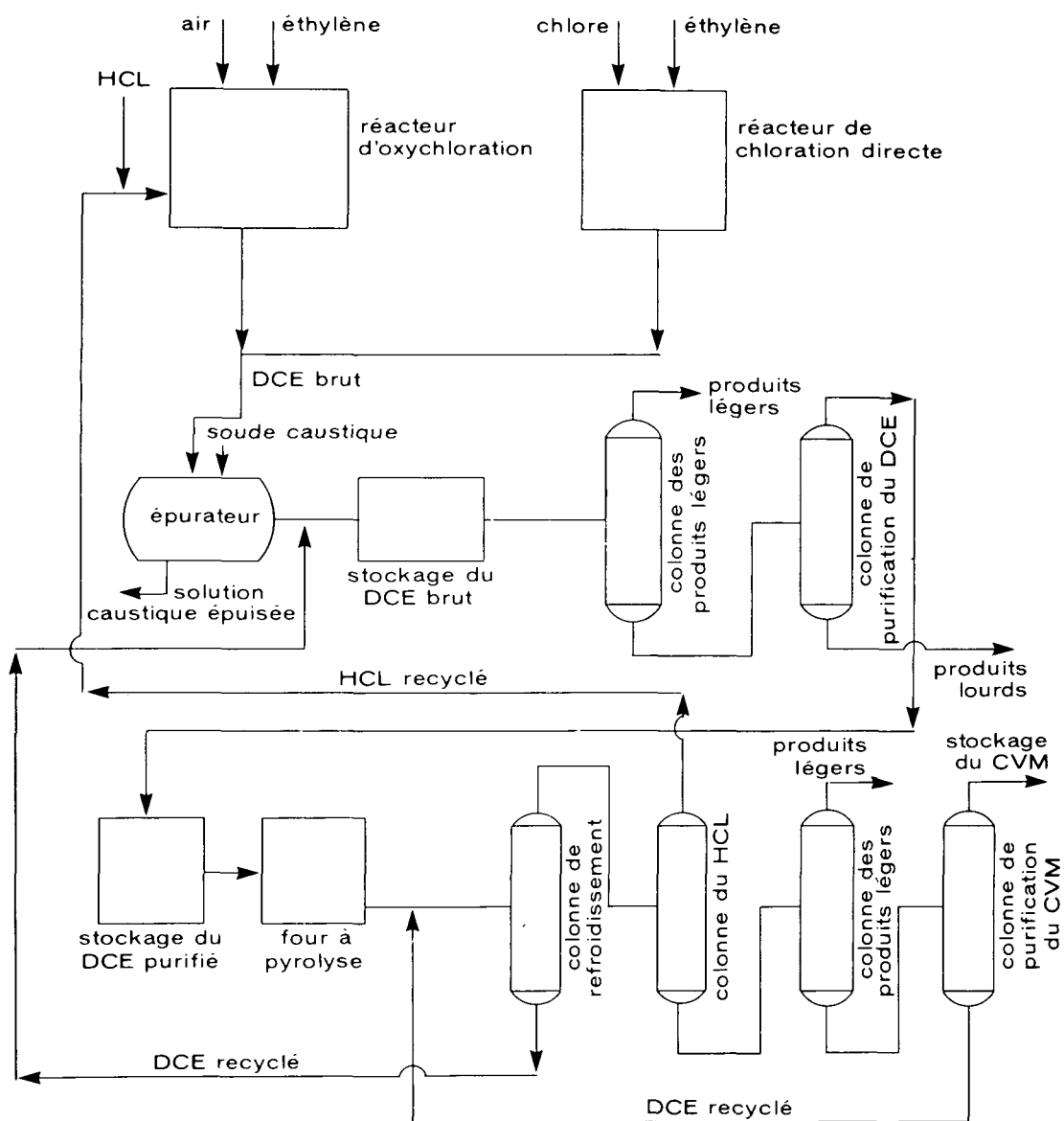
La pyrolyse du dichloroéthane produit une déshydrochloration entraînant la formation de chlorure de vinyle et de chlorure d'hydrogène selon la réaction suivante:



Le diagramme 3 est un schéma simplifié de la production de chlorure de vinyle à partir de dichloroéthane. Le schéma décrit les moyens employés pour produire le dichloroéthane: le procédé de chloration directe de l'éthylène et le procédé d'oxychloration. Ces procédés de fabrication du chlorure de vinyle au cours desquels le chlorure d'hydrogène produit durant la déshydrochloration est recyclé et envoyé au réacteur d'oxychloration sont communément appelés des procédés équilibrés.

La réaction de déshydrochloration se produit à l'intérieur d'un four de craquage à des températures variant entre 350°C et 550°C et à des pressions variant entre 10 et 30 atmosphères, selon le procédé employé (15). Le rendement type en chlorure de vinyle est d'environ 95 p. 100 (15, 17).

Les gaz très chauds formés durant la réaction de pyrolyse sont refroidis et condensés à leur sortie du four de craquage. L'effluent constitué de chlorure de vinyle, de chlorure d'hydrogène, de dichloroéthane qui n'ont pas réagi et de produits légers et lourds (produits de réactions secondaires) est par la suite séparé et purifié dans une autre section de l'usine.



LÉGENDE  
DCE - DICHLOROÉTHANE  
CVM - CHLORURE DE VINYLE MONOMÈRE

Diagramme 3 FABRICATION DU CHLORURE DE VINYLE  
- PROCÉDÉ ÉQUILIBRÉ

Les principaux composés chimiques provenant du four de craquage sont récupérés par distillation fractionnée. Le nombre de produits récupérés détermine la complexité de la section de récupération (c'est-à-dire le nombre de colonnes de fractionnement employé). En général, il faut d'abord séparer le chlorure d'hydrogène et les hydrocarbures légers du chlorure de vinyle, des hydrocarbures chlorés et des chaînes longues. Une autre colonne sert à récupérer le chlorure de vinyle. Une autre colonne peut encore servir à séparer les autres hydrocarbures chlorés des produits lourds. Le dichloroéthane qui n'a pas réagi est habituellement recyclé.

### **3.2 Procédés utilisant le chlorure de vinyle comme principale source d'alimentation.**

Plus de 90 p. 100 du chlorure de vinyle consommé par les industries canadiennes sert à la production du polychlorure de vinyle. Le reste est employé dans la production du trichloro-1,1,1 éthane. Les sections suivantes décrivent chacun des procédés industriels.

**3.2.1 Fabrication du polychlorure de vinyle.** La résine de polychlorure de vinyle (PCV) est un solide granuleux blanc formé par la polymérisation par radical libre des molécules de chlorure de vinyle. Le polychlorure de vinyle est décrit par la formule chimique générale  $(\text{CH}_2\text{-CHCl})_n$  dans laquelle "n" représente le nombre d'unités de  $\text{CH}_2\text{CHCl}$  reliées pour produire la masse moléculaire nécessaire pour obtenir la qualité désirée de ce composé.

Les niveaux de qualité commerciale du polychlorure de vinyle présentent des masses moléculaires allant de 40 000 à 480 000 (18).

Plus de 400 qualités différentes de résines de polychlorure de vinyle ont atteint le marché mondial durant les dernières années (17). La qualité varie selon la masse moléculaire, la dimension des particules, la porosité, la résistance à la traction et la masse volumique apparente. On produit cette grande variété de qualités afin de satisfaire aux exigences de procédés de fabrication bien établis (par exemple l'extrusion, le calendrage et le moulage) et pour répondre aux besoins des divers clients.

Le polychlorure de vinyle peut se fabriquer commercialement par quatre méthodes générales de polymérisation:

- polymérisation en suspension
- polymérisation en masse
- polymérisation en émulsion ou dispersion
- polymérisation en solution

Chaque méthode implique la polymérisation par lots du chlorure de vinyle monomère dans une enceinte, dans des conditions relativement modérées de température et de pression.

La polymérisation en suspension est le procédé commercial le plus fréquemment utilisé. Environ 95 p. 100 du polychlorure de vinyle fabriqué au Canada est produit par polymérisation en suspension (12). Le reste vient de la polymérisation en émulsion ou en dispersion. Le procédé de polymérisation en suspension est la seule des quatre méthodes commerciales de fabrication décrite en détail dans le présent rapport.

Dans le procédé de polymérisation en suspension, on agite vigoureusement le chlorure de vinyle monomère dans l'eau afin de le disperser sous forme de fines gouttelettes. On emploie des agents de dispersion pour prévenir l'agglomération des gouttelettes. Certaines résines produites par ce procédé présentent un haut degré de porosité, nécessaire si on veut ajouter des plastifiants et d'autres additifs.

Dans les procédés de polymérisation en masse seul le monomère et de faibles quantités d'additifs sont chargés dans le réacteur (on n'emploie pas de diluant). La réaction en masse est très visqueuse et le transfert de chaleur mauvais. On emploie fréquemment cette technique pour produire les résines ayant des propriétés physiques spéciales qui ne peuvent être obtenues par d'autres méthodes. Ainsi, certaines qualités de polychlorure de vinyle à très haute masse moléculaire ne peuvent être fabriquées que par polymérisation en masse.

La polymérisation en émulsion ressemble à la polymérisation en suspension sauf que la dimension des particules de résine est petite et que le système est stabilisé par des émulsifs et des additifs pour former des émulsions qui ne se déposent pas. On emploie généralement cette méthode lorsqu'on a besoin du polymère sous forme de latex.

La polymérisation en solution du chlorure de vinyle monomère s'effectue dans un solvant organique. La polymérisation en solution produit généralement des qualités de résine à masse moléculaire plus basse que celles obtenues à l'aide des autres techniques de polymérisation.

### 3.2.2 Fabrication du polychlorure de vinyle - procédé de polymérisation

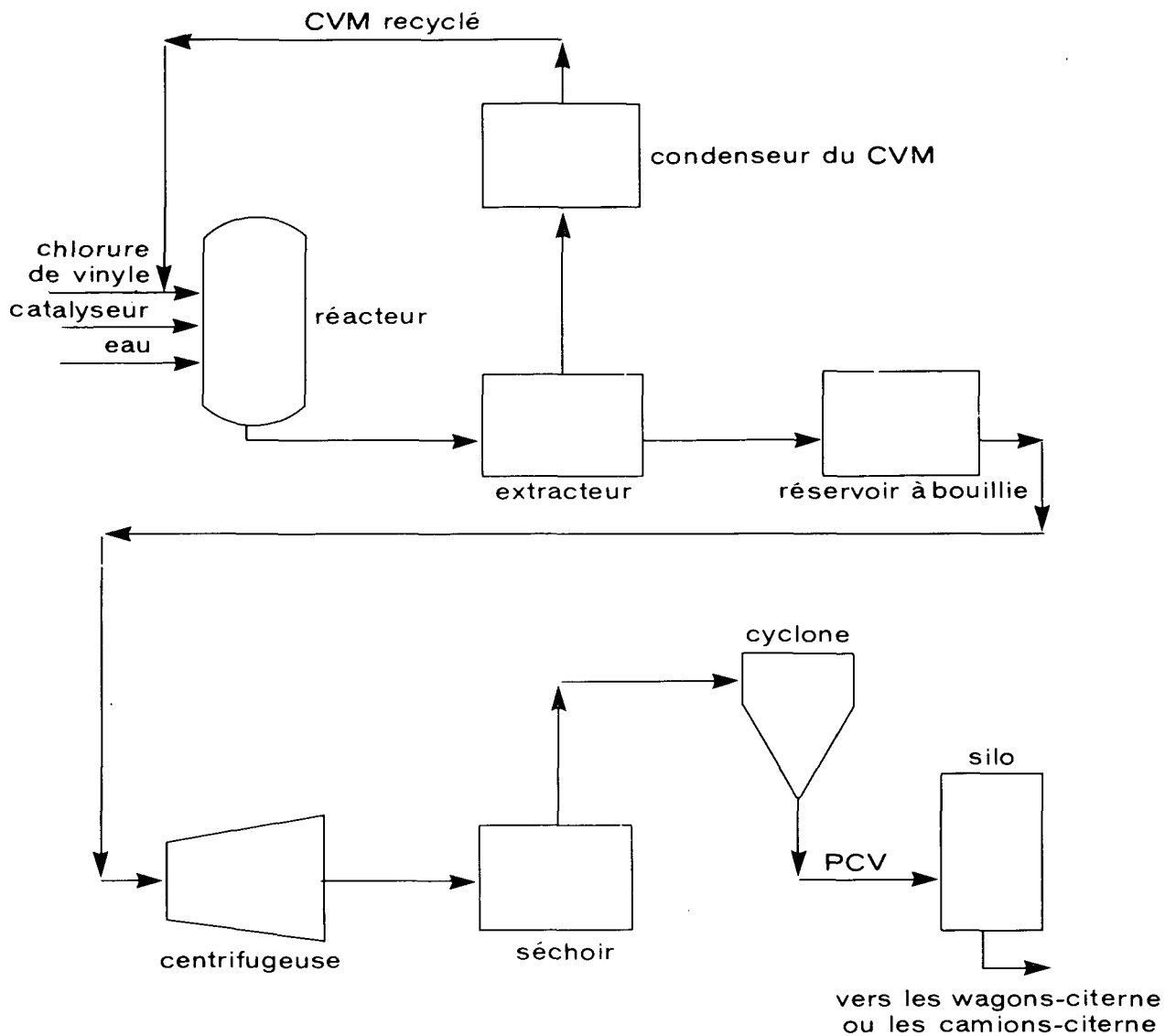
**en suspension.** Le diagramme 4 est un schéma simplifié du procédé en suspension. Lors de la réaction de polymérisation, les molécules de chlorure de vinyle se rassemblent pour former un composé chimique sous forme de chaîne de masse moléculaire élevée. On peut produire différentes qualités de polychlorure de vinyle en variant la recette et/ou les conditions de la réaction. La température est probablement le facteur le plus important pour contrôler la réaction étant donné que la masse moléculaire de la résine dépend surtout de la température de polymérisation (17).

La réaction de polymérisation en suspension s'effectue en milieu aqueux dans un récipient revêtu de verre ou en acier inoxydable (diagramme 5). Cette réaction est très exothermique et, pour obtenir un produit fini uniforme, la masse en réaction doit être maintenue partout à une même température.

On se sert d'un peroxyde organique approprié, comme le peroxyde de lauryle pour amorcer la réaction. Voici une "recette" typique d'ingrédients (17) introduits dans le réacteur:

INGRÉDIENT	PARTIES EN MASSE
Eau	100
Colloïde protecteur	0,1-0,5
Sel tampon	0-0,1
Amorce	0,05-0,3
Agent antimousse	0-0,002
Chlorure de vinyle monomère	50-70

Les conditions types de polymérisation sont une température de 45-70°C et une pression d'environ 8 atmosphères (15). La réaction est habituellement terminée lorsque 85 p. 100 du monomère s'est transformé en polymère. Lorsque cette transformation dépasse 90 p. 100, la vitesse de polymérisation diminue et le produit commence à se dégrader (18).



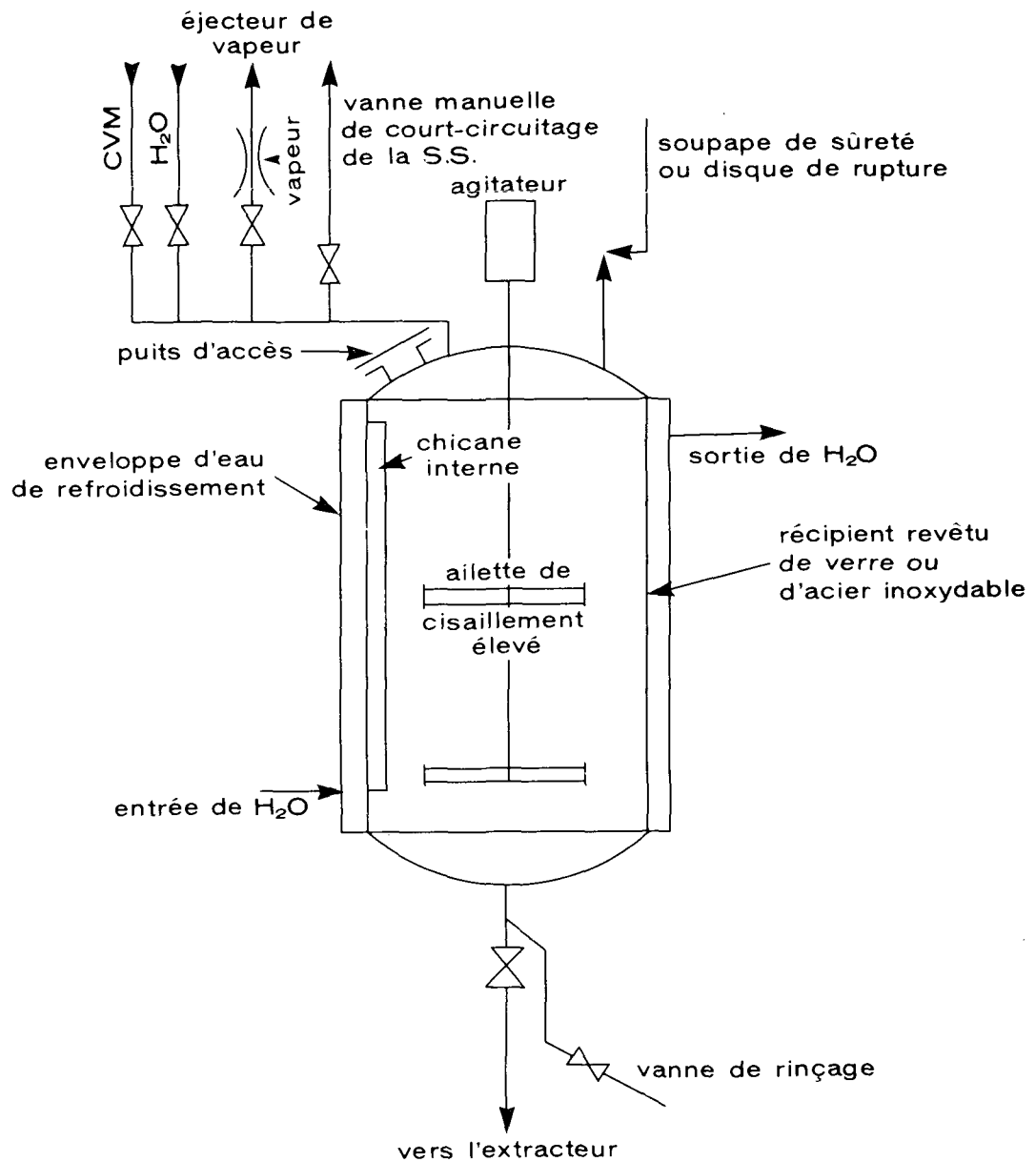
LÉGENDE

CVM - CHLORURE DE VINYLE MONOMÈRE

PCV - POLYCHLORURE DE VINYLE

Diagramme 4 POLYMÉRISATION EN SUSPENSION DU CHLORURE DE VINYLE





LÉGENDE

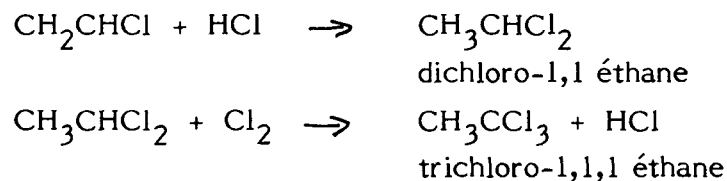
CVM - CHLORURE DE VINYLE MONOMÈRE  
S.S. - SOUPE DE SÛRETÉ

Diagramme 5 RÉACTEUR DE PRODUCTION DU POLYCHLORURE DE VINYLE

Un cycle complet pour un lot exige plusieurs étapes assez longues. Le temps requis pour chaque étape dépendra des méthodes employées par le fabricant et du genre d'amorce. Le temps nécessaire à la production d'un lot variera entre 10 et 20 heures (18).

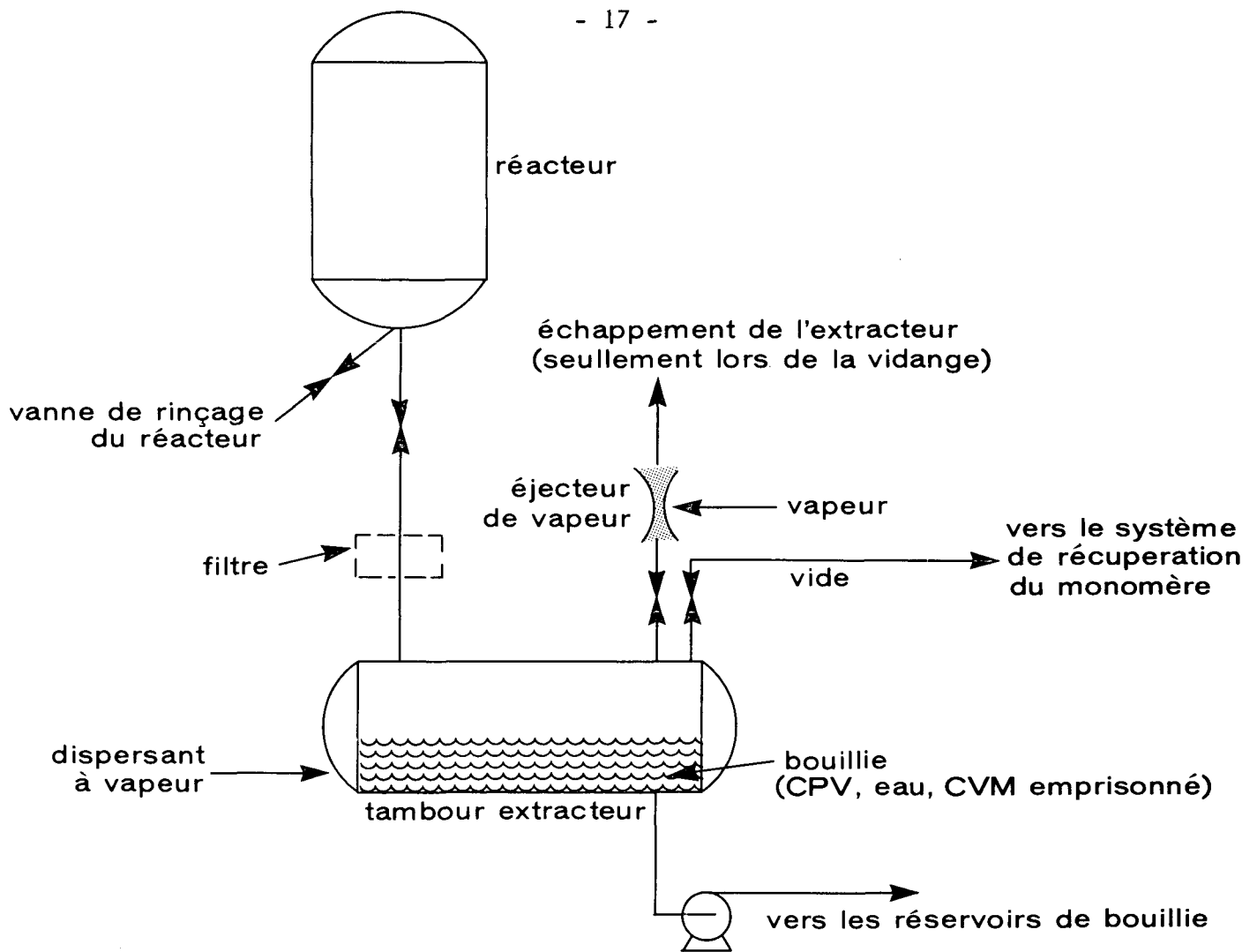
L'usine de polymérisation en suspension consiste habituellement en une batterie de réacteurs reliés à un récipient commun appelé extracteur (diagramme 6). À la fin du cycle, le contenu du réacteur de polymérisation est transféré dans l'extracteur où le monomère résiduel est séparé du polymère mouillé et recyclé. Les substances séparées, sous forme de bouillie, vont ensuite à un réservoir mélangeur où elles se combinent aux substances provenant d'autres réacteurs. Par la suite on élimine l'eau de cette bouillie par centrifugation et séchage. Après le séchage, la résine est criblée et transportée par convoyeur pneumatique vers des silos d'entreposage centraux pour l'ensachage ou le chargement pour le transport en vrac.

**3.2.3 Production du trichloro-1,1,1 éthane.** On peut chlorer le chlorure de vinyle pour obtenir du trichloro-1,1,1 éthane, utilisé essentiellement comme solvant industriel. Un seul fabricant canadien produit actuellement ce composé et l'information sur le procédé est restreinte. Le diagramme 7 est un schéma simplifié du procédé impliquant la chloration du chlorure de vinyle en présence d'un catalyseur approprié selon les réactions chimiques suivantes:



#### 4 QUANTITÉS ÉMISES

Aux fins du présent rapport les émissions de chlorure de vinyle sont classées en deux grandes catégories: captives et fugitives. Les émissions captives comprennent celles qui proviennent de sources facilement identifiables, contrôlables et mesurables. Les émissions qui proviennent de sources qui ne peuvent être identifiées et mesurées s'appellent des émissions fugitives.



LÉGENDE

PCV - POLYCHLORURE DE VINYLE

CVM - CHLORURE DE VINYLE MONOMÈRE

Diagramme 6 SYSTEME EXTRACTEUR

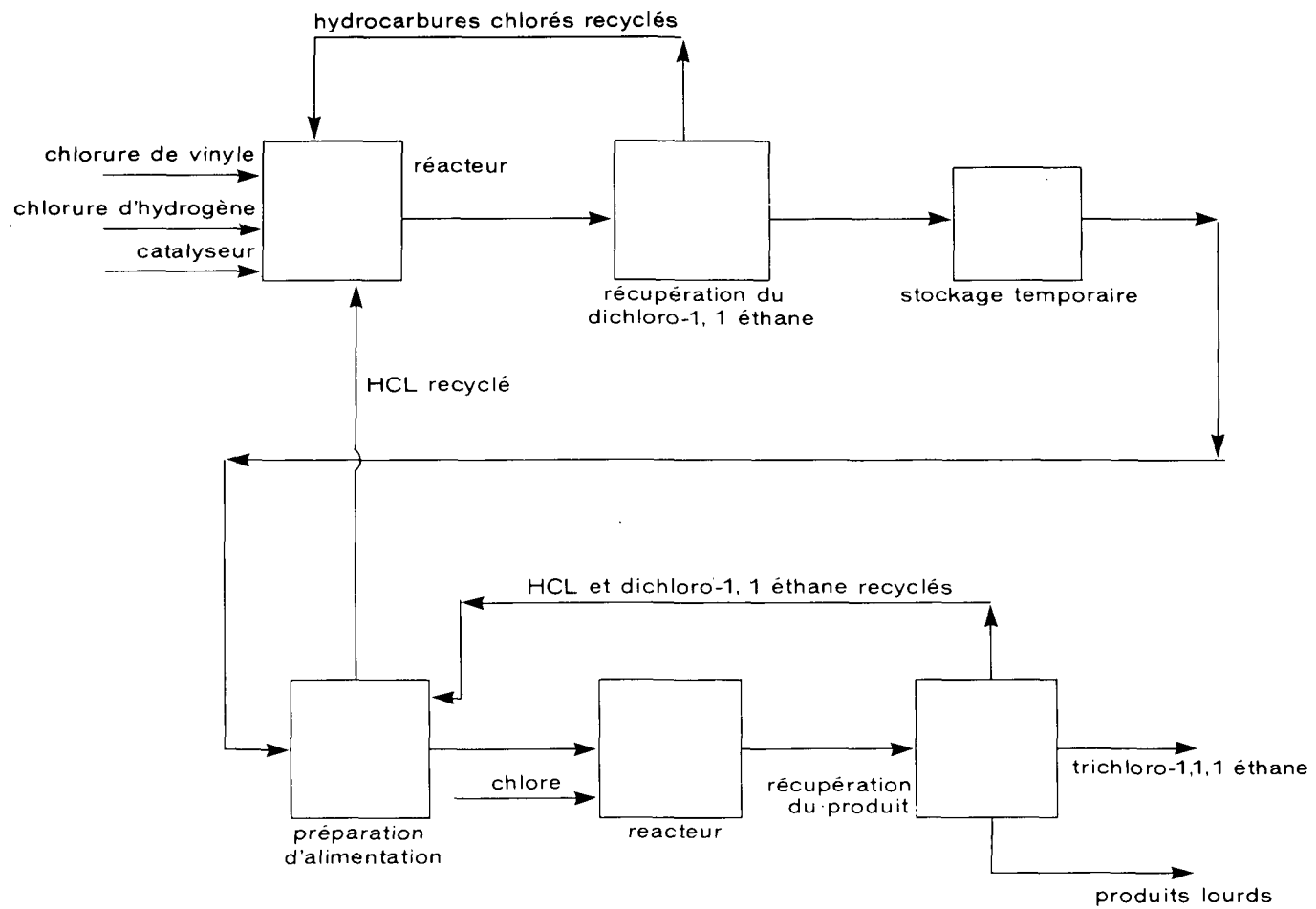


Diagramme 7 PROCÉDÉ DE FABRICATION DU TRICHLORO-1, 1, 1 ÉTHANE

En 1973, les sources fixes ont libéré quelque 5 000 tonnes courtes de chlorure de vinyle dans l'air du Canada. Sur cette quantité, 89 p. 100 provenait de la fabrication du polychlorure de vinyle, environ 10 p. 100 de la fabrication du chlorure de vinyle et produits apparentés et environ 1 p. 100 de la transformation du polychlorure de vinyle.

#### 4.1 Fabrication du polychlorure de vinyle

En réponse au questionnaire du SPE sur les émissions polluantes d'industries de résines synthétiques ou pétrochimiques et des procédés de fabrication, trois producteurs canadiens de polychlorure de vinyle sur quatre ont estimé en 1974 les quantités de chlorure de vinyle émises par leur entreprise en 1973. Le taux moyen pondéré d'émissions captives provenant de ces opérations s'élevait à 2,15 lb par 100 lb de polychlorure de vinyle produit. La ventilation d'urgence résultant du mauvais fonctionnement de l'usine en a ajouté 0,19 lb/100 lb. On a fourni très peu d'information sur les émissions fugitives. Le tableau 4 résume les données disponibles en plus de présenter des données comparables pour les usines américaines fournies par l'EPA.

On a estimé à 1,53 lb/100 lb les émissions fugitives de chlorure de vinyle des usines canadiennes. Cela porte ce facteur d'émission total à 3,9 lb/100 lb de chlorure de vinyle perdu à la fabrication du polychlorure de vinyle. Ces usines en ont ainsi émis quelque 4 450 tonnes courtes en 1973, chiffre établi à partir d'une production nationale de polychlorure de 228 millions de livres.

TABLEAU 4 FACTEURS D'ÉMISSION DE CHLORURE DE VINYLE POUR LES USINES CANADIENNES ET AMÉRICAINES FABRIQUANT DU POLYCHLORURE DE VINYLE (11, 12) (lb de chlorure de vinyle/100 lb de polychlorure de vinyle produit)

	Sources Captives	Ventilation D'urgence	Sources Fugitives	Total
Résultat de l'enquête du SPE	2,15	0,19	-	
Résultat des enquêtes de l'EPA	2,19	0,20	1,53	3,92

#### **4.2 Fabrication du chlorure de vinyle**

L'EPA a calculé un facteur d'émission de chlorure de vinyle de 0,4 lb/100 lb de monomère, à partir des données reçues de 15 usines productrices (19). Selon d'autres sources des facteurs d'émission de 0,1 à 0,5 lb/100 lb de monomère équivaldraient aux pertes de chlorure de vinyle pour ce genre de procédé (12.20). On ne peut calculer un facteur d'émission représentatif pour les industries canadiennes étant donné que seulement deux usines fonctionnaient au Canada en 1973 et qu'une seule a répondu au questionnaire du SPE.

En 1973, les usines productrices du monomère au Canada ont émis au total quelque 490 tonnes courtes de chlorure de vinyle. Cette valeur approximative résulte d'une production nationale de chlorure de vinyle de 245 millions de livres et d'un facteur d'émission de 0,4 lb/100 lb de chlorure de vinyle produit (ce facteur d'émission tient compte de la contribution provenant des procédés de fabrication du dichloroéthane).

#### **4.3 Fabrication du trichloro-1,1,1 éthane**

Pour 1973, les quantités totales de chlorure de vinyle émis lors de la production du trichloro-1,1,1 éthane s'établissaient à moins de cinq tonnes courtes. Cette valeur découle d'un facteur d'émission de 0,05 lb de chlorure de vinyle/100 lb de chlorure de vinyle utilisé (21). Puisque les émissions de cette source importent peu, la fabrication du trichloro-1,1,1 éthane ne sera pas étudiée en détail. On doit remarquer cependant, que le procédé est continu et que les émissions qui en résultent ont la même origine que pour la fabrication du chlorure de vinyle/dichloroéthane (c'est-à-dire ventilation des enceintes de production, des récipients de stockage et sources fugitives). En général, les mesures anti pollution efficaces pour réduire les quantités émises par les procédés de fabrication du chlorure de vinyle peuvent aussi s'appliquer à la fabrication du trichloro-1,1,1 éthane.

#### **4.4 Fabrication des matières plastiques**

Les émissions totales de chlorure de vinyle imputables à la fabrication du plastique s'établissaient en 1973 à environ 60 tonnes courtes. Cette valeur prend pour acquis que la résine de polychlorure de vinyle produite au Canada en 1973 (257

millions de livres) contenait en moyenne 500 ppm (11) de chlorure de vinyle résiduel et que pratiquement tout ce monomère arrivait dans l'atmosphère lors de la transformation.

(Une petite partie de ce chlorure de vinyle résiduel se perd dans l'atmosphère durant le transport et l'entreposage).

## **5 SOURCES D'ÉMISSIONS ET MESURES ANTIPOLLUTION**

Les sections suivantes traitent des principales sources d'émission de chlorure de vinyle associées à l'industrie du chlorure de vinyle.

### **5.1 Émissions fugitives**

Les sources d'émission fugitives émettent une partie importante du chlorure de vinyle des activités industrielles. Des 490 tonnes courtes de chlorure de vinyle perdues dans l'atmosphère lors de la fabrication du chlorure de vinyle en 1973 près de 27 p. 100 (11) provenait de sources fugitives. De la même manière, les sources fugitives comptaient pour 38 p. 100 (11) des 4 450 tonnes courtes de chlorure de vinyle émises lors de la fabrication du polychlorure de vinyle.

Le chlorure de vinyle peut s'échapper de centaines d'endroits à l'intérieur des usines de fabrication de CVM/CPV. Les principales sources fugitives comprennent:

- joints de pompes, compresseurs et agitateurs
- collets de tuyaux et joints des bouches d'accès
- tiges de soupapes
- fuite des soupapes de sûreté
- points d'échantillonnage du contrôle de la qualité
- endroits de chargement et de déchargement du chlorure de vinyle
- purge du matériel (avant l'inspection et l'entretien).

Les pertes de chlorure de vinyle vers l'atmosphère via ces sources varient considérablement d'une usine à l'autre. Les émissions fugitives à l'intérieur d'une usine dépendent du genre d'équipement employé, des procédés de fabrication et des moyens employés pour détecter les fuites et effectuer l'entretien. On ne peut donc fournir un facteur d'émission pour chaque endroit où les fuites se

produisent. Pour ces raisons, on aborde les sources d'émission fugitives en bloc, comme une seule entité, dans la section suivante qui traite des mesures anti-pollution.

**5.1.1 Mesures antipollution - Émissions fugitives.** Quatre techniques de base peuvent servir à réduire les émissions de chlorure de vinyle provenant de sources fugitives:

- 1) Améliorer les méthodes existantes d'entretien et de fabrication à l'intérieur de l'usine. Ces nouvelles méthodes devraient viser à réduire le nombre de fuites résultant d'une mauvaise façon de travailler et/ou de mauvaises mesures de contrôle.
- 2) Installer un équipement "étanche" pour réduire la quantité de chlorure de vinyle perdu dans l'atmosphère par les joints du matériel rotatif, les chapeaux de soupapes à guillotine, les soupapes de sûreté qui fuient, etc. On peut se servir de joints mécaniques doubles et de pompes "scellées" (11, 19) pour éliminer pratiquement les pertes de chlorure de vinyle des joints du matériel rotatif. Des soupapes à bille peuvent remplacer les soupapes à guillotine et des disques de rupture peuvent s'installer en amont des soupapes de sûreté pour réduire les émissions de cette source.
- 3) Établir un bon système de détection des fuites comportant un programme efficace et complémentaire d'entretien, de telle sorte que les réparations du matériel puissent s'effectuer aussi rapidement que possible. Beaucoup d'usines possèdent des détecteurs en plusieurs endroits afin de contrôler périodiquement la qualité de l'air dans certaines parties de l'usine. On peut employer du matériel de détection portatif pour situer la source exacte de l'émission en cas de fuite. On peut se servir en outre des détecteurs portatifs pour contrôler régulièrement d'autres endroits d'où pourrait fuir le chlorure de vinyle.



- 4) Installer un système collecteur des divers courants contenant du chlorure de vinyle. Toutes les opérations de purge présentement responsables d'une libération de chlorure de vinyle dans l'atmosphère peuvent avoir leurs circuits centralisés vers ce collecteur, (par exemple: les conduits de purge des réacteurs, les conduits de chargement/déchargement, les conduits d'échantillonnage aussi bien que les récipients et le matériel rotatif servant à produire le chlorure de vinyle). Le chlorure de vinyle traité à l'intérieur de ce système peut se récupérer ultérieurement pour recyclage ou incinération. Les vapeurs de chlorure de vinyle libérées lors du transfert de produits peuvent également arriver à ce collecteur.

En supposant l'application des meilleures mesures antipollution à toutes les sources fugitives connues, on a estimé que pour l'année de référence (1973), elles auraient pu émettre environ 90 p. 100 moins de chlorure de vinyle. Cette réduction s'applique aux usines de fabrication du chlorure de vinyle et de polychlorure de vinyle.

## **5.2 Émissions captives**

**5.2.1 Fabrication du chlorure de vinyle.** Les émissions de chlorure de vinyle provenant du processus de pyrolyse du dichloroéthane dépendront du procédé employé et des procédures établies par le fabricant pour l'exploitation et l'entretien. Il n'existe probablement pas deux utilisateurs de la pyrolyse du dichloroéthane pour produire le chlorure de vinyle qui emploient la même séquence d'opérations. Les données disponibles semblent indiquer que le processus de fabrication employé détermine les endroits d'où proviennent les principales émissions de chlorure de vinyle.

On présente au tableau 5 les principales sources d'émission de chlorure de vinyle dans le cas d'un procédé équilibré dichloroéthane/chlorure de vinyle. Ces sources captives sont des courants de ventilation porteurs de diverses quantités de chlorure de vinyle. Le tableau 5 présente l'importance relative de chaque source associée à ce procédé. Le diagramme 8 indique l'emplacement schématique de ces sources.

TABLEAU 5 SOURCES POSSIBLES D'ÉMISSION DE CHLORURE DE VINYLE (11): PRODUCTION DU CHLORURE DE VINYLE À PARTIR DU PROCÉDÉ ÉQUILIBRÉ EMPLOYANT LE DICHLOROETHANE.

Source	Pourcentage des pertes totales de chlorure de vinyle
Captives	
Ventilation du réacteur	8
Ventilation de la section de purification du dichloroéthane	11
Ventilation de la section de récupération du chlorure	54
Fugitives	27
TOTAL	100

Ventilation du réacteur d'oxychloration

Comme nous l'avons mentionné précédemment, le procédé d'oxychloration consiste à faire réagir de l'éthylène, du chlorure d'hydrogène et de l'air (oxygène) en présence d'un catalyseur pour produire du dichloroéthane. Dans certains procédés, tout ou une partie du chlorure d'hydrogène nécessaire pour la réaction provient de l'usine de fabrication du chlorure de vinyle.

Le chlorure d'hydrogène de l'usine de fabrication du chlorure de vinyle recyclé contiendra du chlorure de vinyle qui n'a pas réagi. Des quantités supplémentaires de chlorure de vinyle peuvent en outre se former par réactions secondaires (22). Une bonne partie de ce chlorure de vinyle s'échappe continuellement du conduit de ventilation du réacteur en même temps que diverses quantités d'autres composés chimiques légers créés durant la réaction. Pour les usines qui se servent du procédé équilibré, la ventilation du réacteur d'oxychloration peut produire jusqu'à 8 p. 100 des émissions totales de chlorure de vinyle de celles-ci.

### Ventilation de la section de purification du dichloroéthane

On peut voir l'emplacement de ce circuit de ventilation au diagramme 8. La section de purification produit du dichloroéthane d'une qualité spécifiée. Celui-ci alimente le four de craquage où il se transforme en chlorure de vinyle.

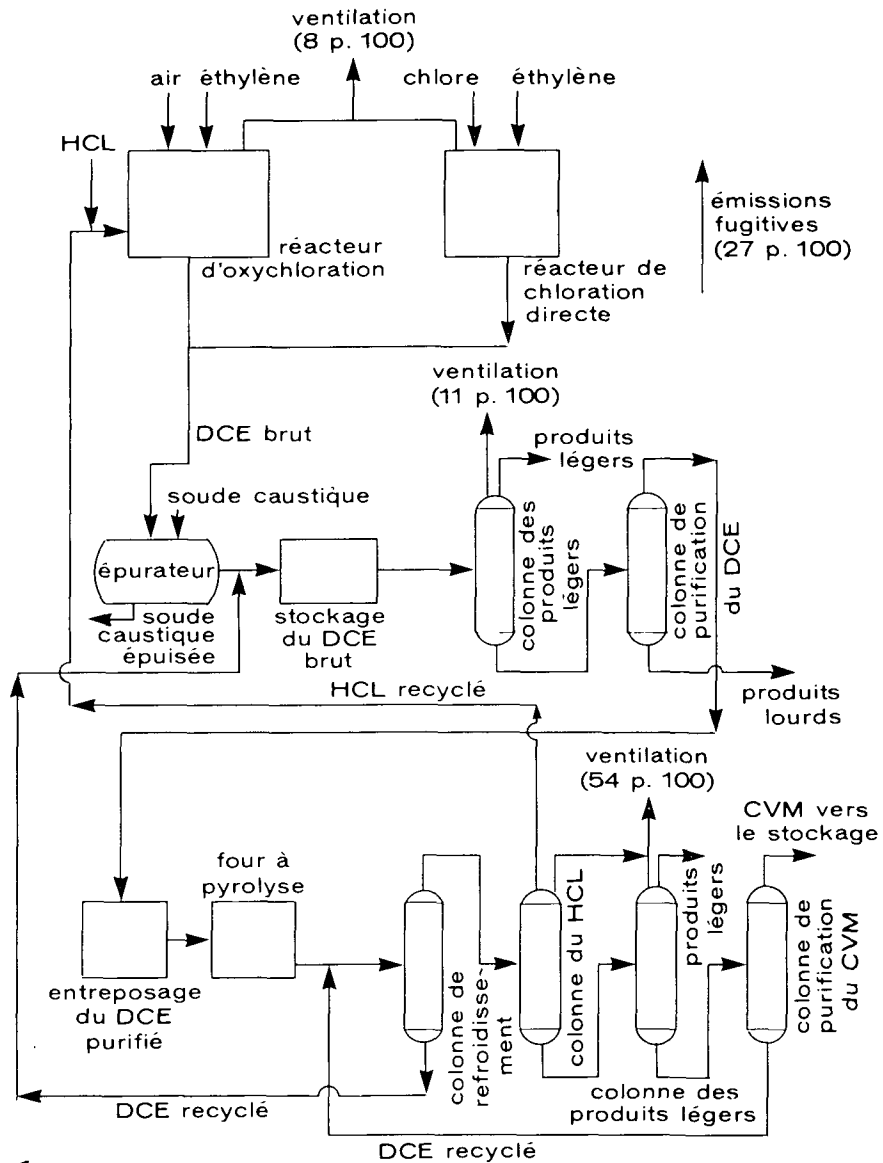
Le dichloroéthane brut provenant du réacteur de chloration ou d'oxychloration alimente principalement la section de purification. Certains fabricants traitent en outre dans cette partie de l'usine le DCE recyclé. Celui-ci, provient de la section de récupération du chlorure de vinyle de l'usine et contient du dichloroéthane qui n'a pas réagi, divers hydrocarbures et une certaine quantité de chlorure de vinyle non récupéré.

Tout le chlorure de vinyle présent dans le dichloroéthane brut sera éliminé avec d'autres hydrocarbures légers par distillation fractionnée. Selon la façon de procéder que nous venons de décrire, la section de purification du dichloroéthane peut causer environ 11 p. 100 des émissions de chlorure de vinyle du complexe.

### Ventilation de la section de récupération de chlorure de vinyle

Cette section du processus de fabrication du chlorure de vinyle comprend toutes les installations industrielles situées en aval du four de craquage. Les installations industrielles présentées au diagramme 8 comprennent la colonne de refroidissement, le système de récupération du chlorure d'hydrogène et le système de purification du chlorure de vinyle. Les principales sources d'émission de cette section du procédé sont le circuit de ventilation de la colonne des produits légers et celui du système de purification du chlorure d'hydrogène. Le chlorure de vinyle qui n'a pas réagi, présent dans les produits acheminés vers les installations industrielles de fabrication du dichloroéthane, peut constituer une source d'émission.

L'emplacement et la nécessité des circuits de ventilation varient d'une usine à l'autre, en fonction de la séquence spécifique employée. On peut conclure, cependant, que tous les produits en circulation dans cette section du processus de fabrication du chlorure de vinyle, que l'on doit ventiler continuellement ou périodiquement, contiennent en fait une certaine quantité de chlorure de vinyle.



**LÉGENDE**

**DCE - DICHLOROÉTHANE**

**CVM - CHLORURE DE VINYLE MONOMÈRE**

Les chiffres entre parenthèses représentent une estimation des contributions à l'émission totale de chlorure de vinyle de l'usine

**Diagramme 8 FABRICATION DU CHLORURE DE VINYLE - SOURCES D'ÉMISSIONS POUR LE PROCÉDÉ ÉQUILIBRÉ**

La section de récupération émet environ 54 p. 100 du chlorure de vinyle perdu au total.

**5.2.2 Mesures antipollution - fabrication du chlorure de vinyle.** Les émissions captives provenant des circuits de ventilation qui caractérisent les opérations de fabrication du dichloroéthane et du chlorure de vinyle se ressemblent en ce sens qu'il s'agit d'émissions continues de faible volume et de basse température. En se basant sur l'information disponible, des mesures antipollution nouvelles pourraient représenter le seul moyen efficace de diminuer les émissions de chlorure de vinyle provenant de ces sources. Des systèmes antipollution fonctionnant par adsorption, absorption, hydrogénation ou incinération peuvent servir pour diminuer la quantité de chlorure de vinyle libérée dans l'atmosphère par ces circuits de ventilation. De meilleurs systèmes antipollution pourraient effectivement limiter la teneur en chlorure de vinyle de ces effluents gazeux à moins de 10 ppm (11). Ces mesures antipollution pourraient réduire de plus de 99 p. 100 les émissions de chlorure de vinyle, des sources captives (11) associées à la fabrication du dichloroéthane et du chlorure de vinyle, par rapport à l'année de référence.

**5.2.3 Fabrication du polychlorure de vinyle - polymérisation en suspension.**

On présente au tableau 6 les principales sources d'émission du chlorure de vinyle due à ce procédé. On présente au diagramme 9 un schéma de l'emplacement de ces sources.

**5.2.3.1 Émissions du système de récupération du monomère et mesures**

**antipollution.** La ventilation du système de récupération des produits non condensables fait partie de la section récupération et de recyclage du chlorure de vinyle monomère. L'emplacement de ce conduit apparaît dans un schéma simplifié de cette partie de l'usine (Diagramme 10). Cette prise de ventilation et sa soupape régulatrice de pression permettent de libérer périodiquement les gaz inertes (essentiellement de l'air) du système afin de prévenir une montée de pression à l'intérieur de l'appareillage. Lors de ces purges périodiques, une certaine quantité de chlorure de vinyle s'échappe dans l'atmosphère.

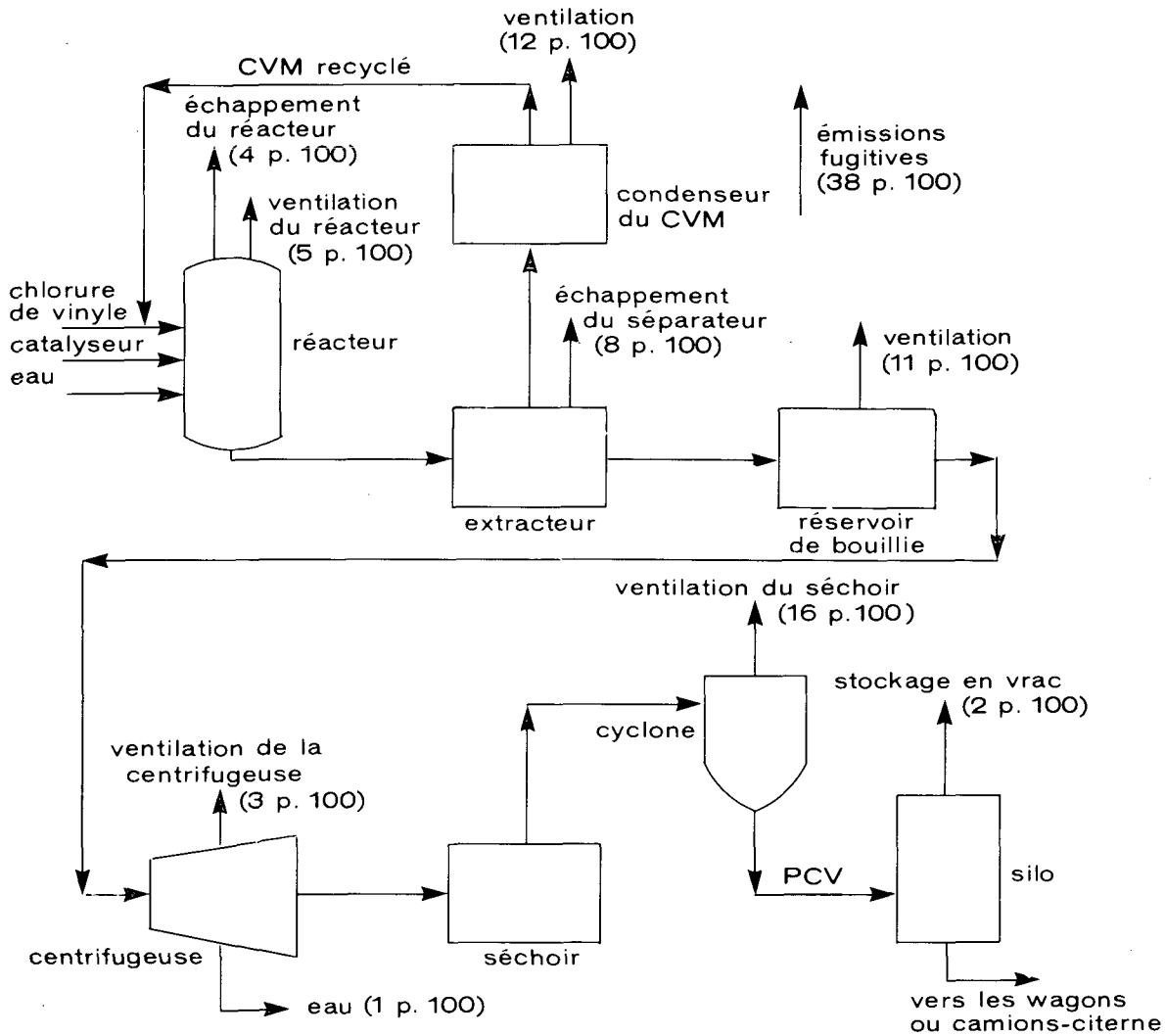
La polymérisation prend normalement fin lorsque 85 à 90 p. 100 du monomère a été transformé en polychlorure de vinyle (18). Environ 10 p. 100 du monomère qui n'a pas réagi demeure emprisonné à l'intérieur des particules de

polychlorure de vinyle. Le reste se trouve dispersé dans l'eau ou forme une vapeur au-dessus de la bouillie. La plus grande partie du monomère qui n'a pas réagi, présent dans le système à ce stade de la transformation, est séparée et acheminée vers les systèmes de récupération pour le recyclage. Le monomère irrécupéré s'échappe éventuellement dans l'atmosphère.

TABLEAU 6 SOURCES D'ÉMISSION POSSIBLES DE CHLORURE DE VINYLE (11): FABRICATION DU POLYCHLORURE DE VINYLE - POLYMÉRISATION EN SUSPENSION

Source	Pourcentage des pertes totales de chlorure de vinyle de l'usine
Captives	
Ventilation du système de récupération du monomère	12
Ventilation du système d'échappement	12
Ventilation du réservoir de bouillie	11
Ventilation de la centrifugeuse	3
Ventilation du séchoir	16
Ventilation du silo de stockage	2
Fugitives	38
Soupapes de sûreté	5
Eau	1
TOTAL	100

La séparation sous vide, à la vapeur, élimine habituellement le monomère qui n'a pas réagi et qui reste emprisonné à l'intérieur du polymère lorsque la masse est extraite du réacteur. On fait habituellement le vide pour extraire le monomère résiduel, la vapeur d'eau et l'air de l'intérieur du réacteur et de l'extracteur. Ces produits vont au système de récupération du monomère. Lors du transfert, des gaz inertes pénètrent à l'intérieur du système de récupération du monomère, de même qu'une certaine quantité de chlorure de vinyle; il faut les libérer périodiquement du système, par ventilation du circuit de récupération du monomère.

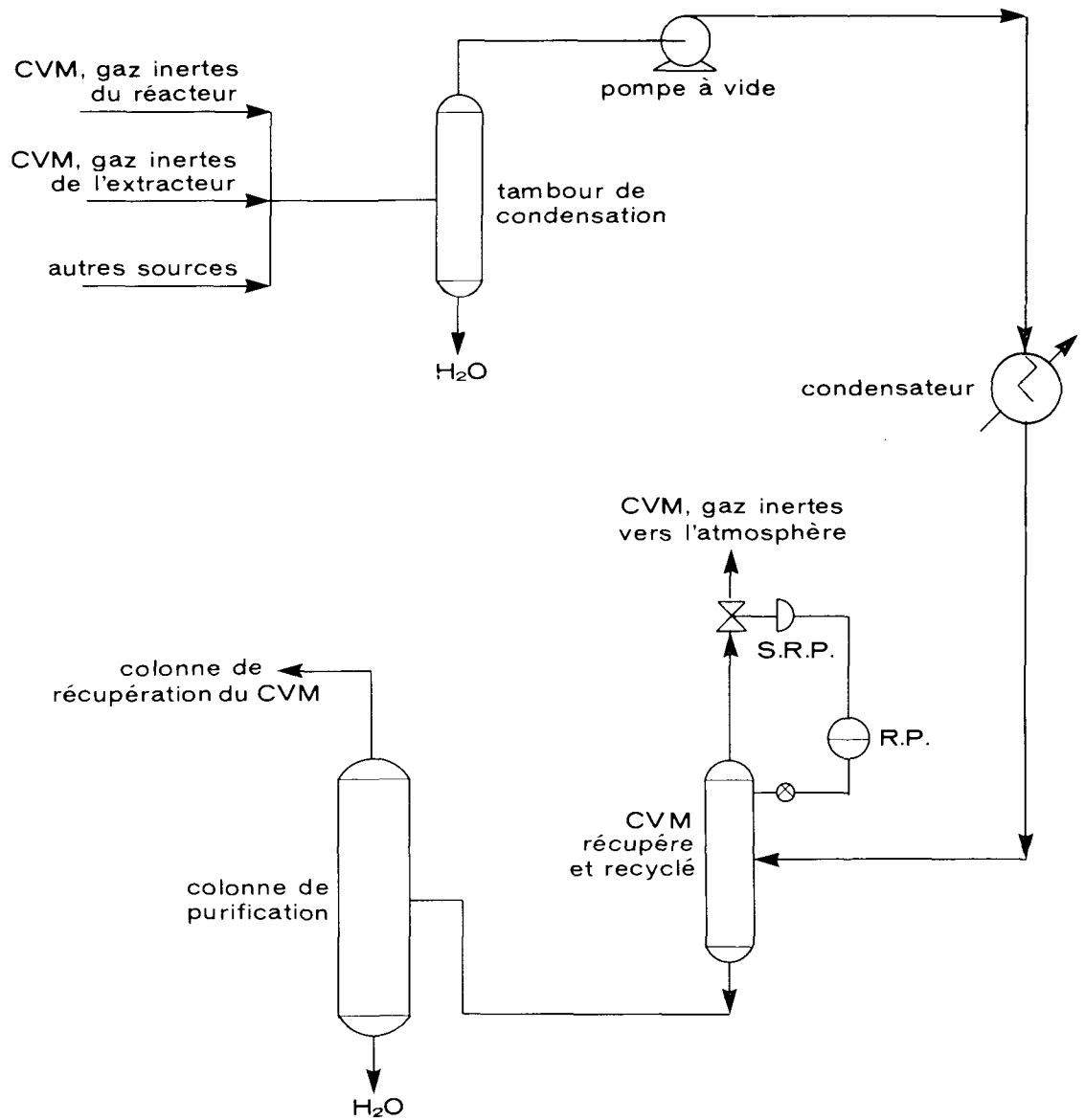


LÉGENDE

CVM - CHLORURE DE VINYLE MONOMÈRE  
 PCV - POLYCHLORURE DE VINYLE

Les chiffres entre parenthèses représentent une estimation des contributions à l'émission totale de chlorure de vinyle de l'usine

Diagramme 9 SOURCES D'ÉMISSION D'UNE USINE DE FABRICATION DU POLYCHLORURE DE VINYLE



LÉGENDE

- CVM - CHLORURE DE VINYLE MONOMÈRE
- S.R.P. - SOUPEPE DE RÉDUCTEUR DE PRESSION
- R.P. - RÉDUCTEUR DE PRESSION

Diagramme 10 SYSTÈME DE RÉCUPÉRATION DU MONOMÈRE



Dans les conditions habituelles de fonctionnement du système de récupération, soit à environ 10°C et sous 3 atmosphères, les gaz libérés contiendront environ 50 p. 100 en volume de chlorure de vinyle (23). Cela équivaut à environ 12 p. 100 de l'émission totale de chlorure de vinyle de l'usine.

#### Mesures antipollution - Ventilation du système de récupération du monomère.

On peut employer les moyens techniques suivants pour réduire les émissions atmosphériques du système de récupération du monomère:

- ajouter des systèmes d'adsorption sur charbon actif, d'absorption par des solvants ou d'incinération
- diminuer la température de fonctionnement du condenseur et/ou augmenter la pression de fonctionnement du système de récupération
- diminuer la quantité de gaz inertes qui entre dans le système de récupération.

Le tableau 7 présente les effets de chacune des principales façons de limiter le niveau des émissions de chlorure de vinyle provenant de la ventilation du système de récupération du monomère.

**5.2.3.2 Émissions du système d'échappement et mesures antipollution.** Le chlorure de vinyle monomère peut se dégager directement dans l'atmosphère par suite de diverses manoeuvres de l'appareil réacteur/extracteur. Les émissions de ce genre représentent environ 12 p. 100 des émissions totales de chlorure de vinyle provenant du procédé de polymérisation en suspension.

Une fois la polymérisation ou la séparation terminée et le produit vidangé, l'atmosphère du récipient reste viciée de chlorure de vinyle. Plusieurs fabricants aspirent cet air pour enlever le plus possible de ce chlorure de vinyle résiduel, le récupèrent et le recyclent. La pompe à vide du système de récupération du monomère sert habituellement à extraire ce résidu.

TABLEAU 7 VENTILATION DU SYSTÈME DE RÉCUPÉRATION DU MONOMÈRE:  
EFFET PRÉVU DES MESURES ANTIPOLLUTION (19) (par rapport  
à des émissions incontrôlées)

Mesures antipollution	Pourcentage de réduction des émissions de CVM de cette source	conc. de CVM dans les gaz de cheminée
1. moyens techniques supplémentaires		
- adsorption sur charbon actif	99+	10 ppm par Vol.
- absorption par solvant	99+	10 ppm par Vol.
- oxydation thermique	99+	10 ppm par Vol.
2. réfrigération (enlèvement de la vapeur d'eau et abaissement de la température du condenseur de 45°F à 15°F)	90	10 Vol. p.100
3. réduction de la quantité de gaz inertes présents dans le système	80*	50 Vol. p.100

\*valeur estimée établie à partir du fonctionnement d'un réacteur et d'un  
séparateur en circuit fermé pendant au moins 4 cycles au lieu d'un seul cycle.

Une fois le vide maximum atteint, on introduit de l'air dans le récipient pour éliminer le vide. L'atmosphère du récipient contient maintenant de l'air et un volume relativement faible de chlorure de vinyle. Il n'est pas pratique d'employer le système de récupération du monomère pour récupérer ce résidu de chlorure de vinyle. Puisqu'en conditions données du condenseur, le rapport entre le chlorure de vinyle et l'air demeure constant, la quantité de chlorure de vinyle libérée par ce système dépend de la quantité d'air présente. On emploie donc généralement des éjecteurs à jet de vapeur pour expulser l'air et le chlorure de vinyle résiduel de ces récipients. On laisse habituellement s'échapper le mélange air/chlorure de vinyle directement dans l'atmosphère.

Cette manoeuvre consistant à créer le vide et à laisser entrer l'air par la suite doit, en certaines occasions, se répéter plusieurs fois. Cela permet de préparer l'enceinte pour le lot subséquent ou pour l'entrée, lors du nettoyage manuel. Ces manoeuvres d'émissions qui polluent périodiquement l'atmosphère sont généralement appelées échappements de récipient.

#### Mesures antipollution - Ventilation de l'échappement

Comme nous l'avons dit précédemment, les émissions de chlorure résultant de l'échappement d'un récipient représentent une quantité importante des émissions totales de ce composé par l'usine. On peut employer les moyens techniques suivants pour diminuer de 95 p. 100 les émissions de chlorure de vinyle ainsi libéré:

- 1) Augmenter le nombre de cycles entre les nettoyages du récipient.  
Cela peut s'effectuer:
  - en nettoyant le réacteur sans l'ouvrir, avec des jets d'eau à haute pression
  - en chargeant le réacteur fermé
  - en revêtant périodiquement les parois intérieures du récipient pour minimiser l'adhérence du polymère.
- 2) Effectuer un nettoyage à la vapeur pour enlever le chlorure de vinyle résiduel de l'espace gazeux du récipient. Le chlorure de vinyle enlevé de cette façon pourra être condensé à l'intérieur du système de récupération du monomère (avec la vapeur) et séparé efficacement du condensat.

- 3) Installer un "réservoir à gaz" ou tout autre appareil approprié pour contenir les produits d'échappement. Cet appareil pourra aussi servir à stocker d'autres effluents qui pourraient renfermer du chlorure de vinyle. En général, le "réservoir à gaz" agit comme réservoir tampon pour beaucoup d'effluents gazeux chargés de chlorure de vinyle. Le système de récupération du monomère pourra ensuite les traiter d'une façon uniforme et contrôlée.
- 4) Extraire le chlorure de vinyle résiduel de l'espace vaporeux du récipient en le déplaçant avec de l'eau jusqu'à un "réservoir à gaz" ou tout autre réservoir approprié.

### **5.2.3.3 Émissions en aval de l'extracteur et mesures antipollution associées.**

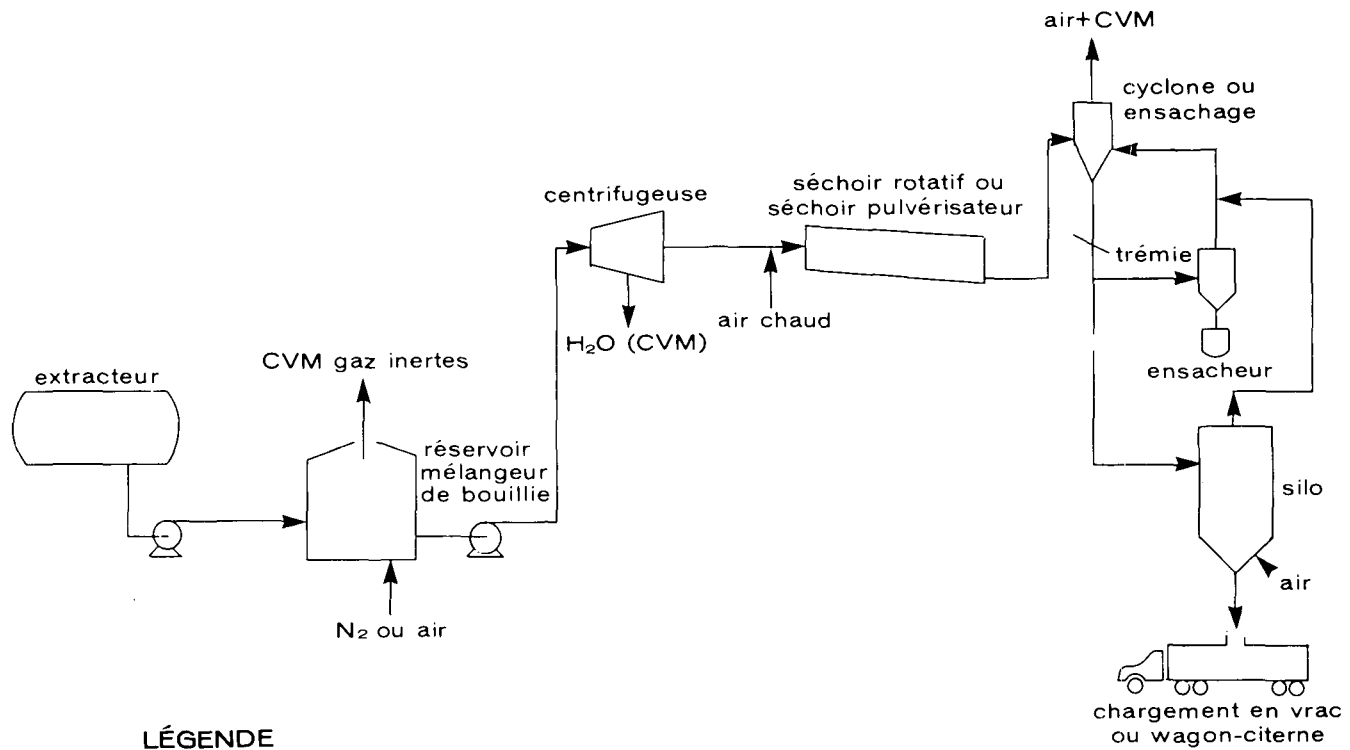
Les sources d'émissions captives de chlorure de vinyle situées en aval de l'extracteur (voir diagramme 11) produisent environ 32 p. 100 des émissions totales de ce composé par l'usine (11). Les principales sources d'émission dans cette partie de l'usine comprennent:

- la ventilation du réservoir de bouillie
- la ventilation de la centrifugeuse
- la ventilation du séchoir et du silo de stockage du polymère.

#### Ventilation du réservoir de bouillie

Après l'extraction, la bouillie de polymère arrive à l'un des réservoirs de bouillie. Ces réservoirs permettent habituellement de recevoir plus d'une charge de réacteur. Ils fournissent le tampon nécessaire au fonctionnement régulier du processus d'extraction de l'eau. En outre, ils facilitent l'établissement d'un programme de fabrication, compte tenu des différentes qualités du produit, jusqu'à la sortie de l'usine.

Habituellement on insuffle continuellement à l'intérieur des réservoirs mélangeurs de bouillie de l'air ou de l'azote pour maintenir la vapeur sous le seuil d'inflammabilité des mélanges de chlorure de vinyle et d'air (4 à 22 p. 100 de chlorure de vinyle dans l'air ) (16, 24). Ce courant gazeux, qui contient une certaine quantité de chlorure de vinyle s'échappe normalement directement dans l'atmosphère par la bouche de ventilation du réservoir. Cette source d'émissions de chlorure de vinyle représente environ 11 p. 100 des émissions totales de l'usine.



LÉGENDE  
 CVM - CHLORURE DE VINYLE MONOMÈRE

Diagramme 11 SECTION DE RÉCUPÉRATION DE LA RÉSINE

### Ventilation de la centrifugeuse

La bouillie du réservoir va ensuite à la centrifugeuse pour y être séparée en une solution aqueuse et un gâteau humide de polychlorure de vinyle contenant entre 20 et 25 p. 100 d'eau (15). Dans certains cas, du chlorure de vinyle peut s'échapper de l'enveloppe de la centrifugeuse. Cette source cause environ 3 p. 100 des émissions totales de l'usine.

La perte demeure, cependant, directement proportionnelle à l'efficacité atteinte dans l'extracteur d'amont.

Une certaine quantité de chlorure de vinyle se dissout dans les eaux extraites lors de l'essorage (probablement moins que 1 p. 100 des émissions totales de l'usine). La plus grande partie du chlorure de vinyle présent dans les eaux usées s'échappe éventuellement dans l'atmosphère par les égouts et/ou lors de l'épuration de l'eau.

### Séchage et stockage du polymère

Les 20 à 25 p. 100 d'eau qui demeurent dans les particules de polychlorure de vinyle après l'essorage se trouvent réduits à environ 0,25 p. 100 lors d'un séchage subséquent (15). On peut se servir de différents moyens pour sécher la résine. On utilise surtout les systèmes rotatifs et à détente instantanée.

La plus grande partie du chlorure de vinyle qui reste dans la résine mouillée s'échappe durant le séchage. Les principales méthodes de séchage consistent à mettre le gâteau en contact avec un large volume d'air chaud. En plus d'assécher, il sert aussi d'agent d'entraînement du chlorure de vinyle. Dans la plupart des usines, l'air chargé d'humidité contenant du chlorure de vinyle se retrouve dans l'atmosphère après avoir traversé un système d'élimination des particules. Cette source d'émission de chlorure de vinyle représente environ 16 p. 100 des émissions totales de l'usine.

La résine séchée est acheminée, à l'aide de convoyeurs pneumatiques, vers les silos de stockage. Une fraction du chlorure de vinyle résiduel emprisonné dans le produit fini (généralement entre 50 et 1000 ppm selon l'efficacité de l'extracteur et le genre de résine produite) passe dans le courant d'air de ces convoyeurs pneumatiques. Ce courant enlève environ 2 p. 100 du total des émissions de chlorure de vinyle de l'usine.

### Mesures antipollution - sources captives en aval de l'extracteur

L'efficacité de l'extracteur importe surtout, pour limiter les émissions de chlorure de vinyle des sources situées en aval. Tout le chlorure de vinyle résiduel laissé dans la bouillie de résine après la séparation, moins ce qui reste dans le produit fini atteint l'atmosphère. Les sources captives situées dans cette section de l'usine engendrent environ 32 p. 100 de tout le chlorure de vinyle perdu par l'usine.

Il existe deux principales façons de réduire le niveau d'émission de chlorure de vinyle en aval de l'extracteur:

- améliorer l'efficacité
- ajouter des systèmes antipollution

### Améliorer l'efficacité de l'extracteur

La quantité de chlorure de vinyle laissée à l'intérieur de la résine après l'extraction dépend de la température et du degré de vide à l'intérieur de l'enceinte, de la durée de l'extraction et des propriétés de la résine.

La plupart des opérations d'extraction s'effectuent par lots, pendant un temps déterminé, ainsi que dans des conditions de température et de pression bien précises. L'extraction peut s'effectuer à l'intérieur du réacteur de polymérisation. Généralement, cependant, cette manoeuvre s'effectue dans une enceinte séparée comme le montre le diagramme 6.

Avant 1974, les concentrations de chlorure de vinyle dans la bouillie après l'extraction variaient entre 5 000 et 10 000 ppm. Le fabricant déterminait la teneur, en fonction de critères économiques. Après 1974, cependant, à la suite de recherches et d'essais en usine, on a amélioré considérablement l'efficacité de l'extracteur. On peut maintenant extraire par lots de façon à réduire les concentrations de chlorure de vinyle dans la bouillie (pour les diverses qualités de résine en suspension) jusqu'à 400 ppm ou moins (11, 19, 23). Si l'on compare ces niveaux résiduels avec ceux qui existaient avant 1974, il semble que l'extraction par lots couramment employée peut réduire efficacement les émissions de chlorure de vinyle, de toute source suivant le rectificateur, de 90 à 95 p. 100.

En plus des améliorations apportées à l'efficacité des systèmes d'extraction par lots, une nouvelle technique continue peut maintenant s'appliquer. Cette technique consiste à mettre la bouillie en contact avec de la vapeur dans un appareil d'échange à contre-courant, à plusieurs étages. Les concepteurs de cette nouvelle technologie estiment qu'elle pourra réduire les concentrations de chlorure de vinyle dans la bouillie à moins de 100 ppm (11). Cela signifierait une réduction de 99 p. 100 des pertes de chlorure de vinyle provenant des sources en aval de l'extracteur.

### Systèmes antipollution supplémentaires

Au lieu d'améliorer l'extracteur, on peut ajouter des systèmes antipollution supplémentaires pour réduire les émissions de chlorure de vinyle provenant des sources captives énumérées précédemment. L'adsorption sur charbon actif, l'absorption par des solvants ou l'incinération peuvent toutes servir à réduire ces émissions.

Théoriquement, ces systèmes peuvent réduire les émissions de chlorure de vinyle provenant des principales sources captives situées après l'extracteur. Cependant, lorsque l'on considère des facteurs comme l'utilisation de l'alimentation, la création de nouveaux problèmes de pollution (par exemple, le chlorure d'hydrogène formé par l'incinération du chlorure de vinyle) et les coûts d'investissement et d'exploitation, l'amélioration de l'extracteur semble le moyen le plus efficace pour limiter les émissions. En outre, une telle amélioration diminue la teneur résiduelle en chlorure de vinyle du produit fini. Ainsi, l'amélioration de l'extracteur protège mieux les travailleurs de la fabrication qui s'exposent au chlorure de vinyle résiduel libéré lors du chauffage.

Des sources captives suivant l'extracteur, la ventilation du réservoir de bouillie et de la centrifugeuse semble se prêter le plus facilement à l'addition de systèmes antipollution. On peut employer les trois mesures antipollution énumérées ci-haut, soit l'adsorption sur charbon, l'absorption par solvants et l'incinération, pour diminuer les émissions de chlorure de vinyle. Par exemple, puisque certains courants gazeux provenant du réservoir de bouillie sont de faible volume (de l'ordre de  $70 \text{ pi}^3/\text{min}$ ) et contiennent assez peu de chlorure de vinyle (100 000-300 000 ppm), on peut, dans certains cas, diminuer les émissions de ces sources en ajoutant des dispositifs de dépollution. L'emploi d'une des méthodes



indiquées ci-dessus peut réduire les émissions de chlorure de vinyle provenant de cette source ainsi que de la centrifugeuse par plus de 99 p. 100 (11).

Les émissions de chlorure de vinyle provenant de la ventilation du séchoir et du silo de stockage se réduisent beaucoup plus difficilement à l'aide des moyens mentionnés. Généralement ces courants ont un fort volume (plus de 50 000 pi<sup>3</sup>/min) et contiennent peu de chlorure de vinyle (environ 350 ppm). Il devient donc techniquement difficile de les épurer par les moyens indiqués et cela coûte très cher. Il vaut mieux recourir à d'autres méthodes comme l'amélioration de l'extracteur.

#### **5.2.3.4 Sources d'émission diverses et leur dépollution: Ventilation d'urgence.**

Les enceintes pressurisées qui servent à la fabrication doivent comporter des dispositifs de sûreté afin de prévenir leur rupture en cas d'avarie ou d'incendie. Cette protection s'obtient grâce à des soupapes de sûreté ou des disques de rupture. Ces deux dispositifs sont employés dans l'industrie de fabrication du polychlorure de vinyle.

La réaction de polymérisation est une réaction d'addition fortement exothermique. Ainsi, comme nous l'avons mentionné à la section 3.2.2, il faut toujours maintenir stable la température de la masse réactive à l'intérieur du récipient afin de prévenir un "emballement" de la température. La masse réactive atteint des températures d'emballement lorsqu'on ne peut éliminer la chaleur provenant de la réaction de polymérisation à mesure qu'elle se forme. Ainsi, en cas d'emballement, il y a une augmentation excessivement rapide et incontrôlée de la température à l'intérieur du réacteur. Cela peut causer une surpression et possiblement une rupture de l'enceinte.

La quantité de chlorure de vinyle libérée lors d'une situation d'urgence dépend de la dimension du réacteur, de l'avancement de la réaction lorsque l'incident se produit et de l'efficacité des mesures d'urgence. Dans bien des cas, aussitôt qu'il observe le début d'un emballement de température, l'opérateur de l'usine ouvre manuellement le circuit de ventilation. Il libère ainsi des produits dans l'atmosphère pour tenter de maîtriser le système. Lors de cette manoeuvre, le dispositif de sûreté est court-circuité afin d'éviter que la pression du réacteur ne le déclenche. Aux fins du présent rapport, la libération de chlorure de vinyle par ce dispositif de sûreté et par la dérivation manuelle d'urgence s'appelle ventilation d'urgence.

Le nombre d'incidents qui se produisent chaque année varie d'une usine à l'autre en fonction du nombre de réacteurs, des méthodes d'exploitation et du genre d'appareils employés. On ne peut déterminer précisément la quantité de chlorure de vinyle relâchée lors d'un tel incident. Selon les données disponibles on l'estime toutefois à 5 000 lb si la ventilation d'urgence dure entre 5 et 10 minutes (11). Bien que cette source d'émission puisse produire des débits de beaucoup supérieurs à ceux de toute autre source, ces incidents arrivent assez rarement (1 à 20/année) et durent peu. On estime les pertes annuelles de chlorure de vinyle ainsi encourues à moins de 5 p. 100 des émissions totales de l'usine (11).

#### Mesures antipollution - Ventilation d'urgence

Les principales causes d'emballement de la température d'un réacteur et, par voie de conséquence, de ventilation d'urgence sont:

- Mauvais fonctionnement des instruments de contrôle
- Arrêt de la circulation d'eau de refroidissement (par exemple, panne de pompe)
- Interruption de courant électrique
- erreur ou négligence de l'opérateur.

Selon le stade de la réaction au moment où l'incident survient, l'opérateur dispose d'environ 10 à 15 minutes pour corriger la situation avant que les conditions dans le réacteur ne soient hors de contrôle et que les dispositifs de sécurité ne soient activés. Durant cette période, on peut effectuer différentes manoeuvres qui éliminent pratiquement la libération de chlorure de vinyle dans l'atmosphère.

Si un seul réacteur s'emballe, on peut transférer la totalité ou une partie de son contenu à un "réservoir à gaz" ou tout autre réservoir équivalent. Puisque que le réservoir à gaz peut servir à contenir temporairement des gaz chargés de chlorure de vinyle provenant d'ailleurs dans l'usine, il devrait pouvoir contenir plus que l'équivalent de la charge d'un réacteur. Ainsi, on peut récupérer le chlorure de vinyle du réservoir et le recycler ou l'incinérer. Cependant, si la même situation d'urgence (comme un arrêt de courant électrique frappant toute une région) affecte plusieurs ou tous les réacteurs en même temps, le seul moyen d'empêcher la libération d'urgence dans l'atmosphère, consiste à arrêter la réaction en injectant dans chaque réacteur, un inhibiteur chimique (11, 23).

D'autres mesures employées pour réduire la quantité de chlorure de vinyle libérée dans l'atmosphère par le système de ventilation d'urgence sont:

- l'installation d'une deuxième ligne de distribution de courant provenant du réseau électrique
- un groupe électrogène d'urgence
- un contrôle informatisé de la réaction afin de mieux surveiller et contrôler la fabrication.

### Tamisage de la bouillie

En plus des sources fugitives décrites à la section 5.1, le tamisage de la bouillie, particulière à l'industrie de fabrication du polychlorure de vinyle, constitue une source fugitive qui peut émettre du chlorure de vinyle.

Certains fabricants de polychlorure de vinyle tamisent la bouillie dans un tamis à l'air libre, à la sortie du réacteur, afin d'éliminer les amas qu'elle pourrait contenir. La quantité de chlorure de vinyle libérée dans l'atmosphère lors de cette opération est directement proportionnelle à la quantité de chlorure de vinyle qui n'a pas réagi et qui se trouve dans la bouillie lorsque cette dernière quitte le réacteur.

### Mesures antipollution - tamisage de la bouillie

Les mesures anti-pollution efficaces comprennent:

- l'installation d'un mélangeur spécial qui va continuellement briser les amas à l'aide d'une hélice et exigera peu d'entretien (19)
- la relocalisation de l'opération de tamisage, en aval de l'extracteur
- le tamisage en enceinte fermée et l'envoi des vapeurs au collecteur général.

### Eaux usées

Le chlorure de vinyle se dissout légèrement dans l'eau (1,33 lb/1000 lb d'eau à 38°C et à une atmosphère). Une usine de fabrication de polychlorure de vinyle rejette environ 1,5 gal. d'eau/lb de produit (19,25). Les études ont démontré que cet effluent contient en moyenne 0,016 lb de chlorure de vinyle par 1000 lb

d'eau. Si l'on suppose que tout le chlorure de vinyle présent dans les eaux usées atteindra éventuellement l'atmosphère, cette source en libérera environ 0,025 lbs par 100 lb de polychlorure de vinyle produit (19). Cette hypothèse prend pour acquis que les usines aèrent généralement les eaux usées dans une installation d'épuration centrale avant l'évacuation finale et que le chlorure de vinyle contenu dans les eaux usées atteint l'atmosphère durant cette aération.

#### Mesures antipollution - émissions provenant des eaux usées

Le chlorure de vinyle présent dans les eaux usées peut s'extraire efficacement par injection d'air ou de vapeur dans une colonne d'extraction. De cette manière, on peut réunir et traiter les effluents contaminés dans une colonne d'extraction avant de les déverser dans l'installation centrale d'épuration de l'eau. On estime que l'extraction peut réduire de 99 p. 100 et plus la teneur en chlorure de vinyle des eaux usées. (19). On peut récupérer le chlorure de vinyle ainsi extrait des eaux usées et le recycler ou l'incinérer.

#### Sortie de la ventilation de l'usine

Comme nous l'avons mentionné précédemment, la plupart des opérations de fabrication de chlorure de vinyle s'effectuent en enceinte fermée (par exemple un édifice). Depuis 1973, les fabricants ont installé des systèmes élaborés de ventilation des bâtiments dans le cadre de leur programme d'assainissement des aires de travail. Celui-ci vise à satisfaire aux récentes exigences concernant les limites d'exposition des travailleurs au chlorure de vinyle. Ces systèmes sont conçus pour remplacer l'air à l'intérieur de l'usine et dans les endroits de stockage de la résine, plusieurs fois par heure. On se sert communément de hottes de ventilation et de tuyaux d'air pour balayer loin des travailleurs les gaz contenant du chlorure de vinyle dans les endroits où il y a de fortes probabilités d'émission.

On estime que l'air de ventilation contient entre 0,5 et 1 p. 100 des émissions totales de chlorure de vinyle de l'usine (23). Le chlorure de vinyle de l'air de ventilation provient de nombreuses sources que l'on peut classer comme sources fugitives. L'estimation totale des pertes fugitives émanant de l'usine (Section 5.1), comprend la quantité de chlorure de vinyle libérée dans l'atmosphère par ces sources.

### Mesure antipollution - Air de ventilation des bâtiments

Les courants de ventilation des bâtiments contiennent généralement très peu de chlorure de vinyle (10 ppm). Il devient donc difficile de limiter les émissions de chlorure de vinyle provenant de cette source en ajoutant des dispositifs antipollution. Toutefois, un bon nombre des mesures antipollution qui peuvent servir à diminuer le niveau des émissions captives et fugitives de sources spécifiques à l'intérieur de l'usine réduiront le niveau des émissions du système de ventilation.

#### **5.3 Limites possibles d'émission**

Comme nous l'avons mentionné à la section 4, on estime la quantité totale de chlorure de vinyle provenant de sources fixes au Canada durant 1973 à 5 000 tonnes courtes. De ces émissions, environ 4 940 tonnes courtes provenaient des industries de fabrication du polychlorure de vinyle et du chlorure de vinyle. On dispose présentement de moyens techniques pour réduire d'environ 95 p. 100 les émissions de chlorure de vinyle provenant de ces deux activités. On peut réduire les émissions de sources captives, associées à ces procédés de fabrication, d'environ 98 p. 100. Par ailleurs, l'amélioration des pratiques d'exploitation et des mesures antipollution peut réduire les émissions de sources fugitives d'environ 90 p. 100 (11).

On présente au tableau 8 les niveaux d'émission provenant de sources captives que permettent les meilleures mesures antipollution disponibles. (Les mesures antipollution disponibles sont étudiées à la Section 5.2).

#### **5.4 Coût des mesures antipollution**

Le coût des mesures antipollution, si l'on veut atteindre les limites d'émission décrites au Tableau 8, varieront d'une usine à l'autre. Des facteurs comme le nombre d'années d'existence de l'usine, son emplacement et sa configuration influenceront ce coût. Pour ces raisons entre autres, on ne présentera ici que des ordres de grandeur pour les coûts prévus pour toute l'industrie.

TABLEAU 8 LIMITES POSSIBLES D'ÉMISSION - SOURCES CAPTIVES  
(26): FABRICATION DU CHLORURE DE VINYLE;  
FABRICATION DU POLYCHLORURE DE VINYLE

Source	Emissions de chlorure de vinyle	
	lb/100 lb de produit fini	Concentration en ppm (en volume)
Fabrication du chlorure de vinyle:		
Tous les circuits de ventilation émettant plus de 4,5 lb/jour de chlorure de vinyle	-	10
Fabrication du polychlorure de vinyle:		
Ventilation du système de récupération du monomère	-	10
Ventilation du système réacteur/extracteur	-	10
Pertes dues à l'ouverture du réacteur	0.002	-
Total des émissions provenant des sources situées en aval de l'extracteur dans le cas de la production de résine par les procédés suivants		
Polymérisation en suspension	0.02	-
Polymérisation en émulsion	0.20	-
Polymérisation en masse	0.04	-
Polymérisation de copolymères	0.20	-

Aux fins du présent document, l'industrie canadienne du chlorure de vinyle se compose d'une seule usine de fabrication de chlorure de vinyle et de trois usines de fabrication du polychlorure de vinyle. Le coût total d'implantation de mesures antipollution supplémentaires (par rapport à 1973), pour réduire les émissions provenant des sources captives, variera entre 6 et 9 millions, selon les options choisies. Les mesures antipollution pour minimiser les émissions fugitives coûteront entre 1 et 2 millions. Ces estimés ont été établis en dollars américains au 1<sup>er</sup> trimestre de 1975. Ils se fondent sur les résultats d'études effectuées par L'EPA (11) sur les coûts des mesures antipollution de l'industrie américaine de fabrication du chlorure de vinyle.

## RÉFÉRENCES

1. C. + E. News, p. 6. (28 janvier 1974).
2. Mastromatteo, E., A.M. Fisher, H. Christie et H. Danziger, "Acute Inhalation Toxicity of Vinyl Chloride to Laboratory Animals", J. Amer. Indust. Hyg. Assoc. 21 pp. 394-397, (1960).
3. Weaver, P.H., "On the Horns of the Vinyl Chloride Dilemma", Fortune, pp. 150-153, 202-204, (Octobre 1974).
4. Dinman, B.D., W.A. Cook, W.M. Whitehouse, H.J. Magnuson et Th. Ditchcock, "Occupational Acroosteolysis 1. An epidemiological Study", Arch. Env. Health 2., p. 61. (1971).
5. Viola, P.L., A. Bigotti et A. Caputo, "Oncogenic Response of Rat Skin, Lungs and Bones to Vinyl Chloride", Cancer Res. 31, pp. 516-522, (1971).
6. Tabershaw, I.R. et W.R. Graffey, "Mortality Study of Workers in the Manufacture of Vinyl Chloride and its Polymers", J. Occ. Med. 16, pp. 509-516, (Août 1974).
7. National Inventory of Sources and Emissions of Vinyl Chloride (1973) Internal Report APCD 75-1, (février 1975).
8. McConnel, G., Degradation of Vinyl Chloride in the Atmosphere: Research Study Findings (Mai 1975).
9. Status Report on Vinyl Chloride, Dow Chemical of Canada Ltd., (19 décembre, 1974).
10. IT&C, Plastics Processing Industry Survey (1975).
11. Standard Support and Environmental Impact Statement: Emission Standard for Vinyl Chloride, EPA-450/2-75-009, (Octobre 1975).
12. EPS, Petrochemical/Synthetic Resin Industries Atmospheric Emissions and State-of-the-Art Questionnaire Replies.
13. "Product Profile: Vinyl Chloride", Can. Chem. Porc., (Janvier 1974).
14. Plastic Industry Council Data File Series, Volume 1; Canadian Plastic Resin Consumption 1973, (Mai 1974).
15. Albright, L.F., Processes for Major Addition Type Plastics and Their Monomers, McGraw-Hill, New York, N.Y. (1974).
16. Faith, W.I., D.B. Keyes et R.I. Clark, Industrial Chemicals 3<sup>e</sup> éd., John Wiley and Sons Inc., New York, N.Y. (1965).



17. Matthews, G., Vinyl and Allied Polymers Volume II, Butterworth and Co. Ltd., London, England (1972).
18. Smith, M.W., Manufacture of Plastics Volume I, Reinhold, New York, N.Y. (1964).
19. Standard Support Environmental Impact Document: Emission Sources and Abatement Technology Volume II, (Mars 1975).
20. Hedley, W.H., et al, Potential Pollutants from Petrochemical Final Report by the Monsanto Research Corporation, Dayton, Ohio, (Décembre 1973).
21. Dow Chemical Canada Ltd., Communication personnelle de M. D. Evans au SPE, (18 mars 1976).
22. Vinyl Chloride - An Assessment of Emission Control Techniques and Costs, EPS-650/2-74-097, (Septembre 1974).
23. Esso Chemical Canada, Données d'installation soumises au SPE, (21 octobre 1975).
24. Scientific and Technical Assessment Report on Vinyl Chloride and Polyvinyl Chloride, EPA-600/6-75-004, (Juin 1975).
25. MOE, Environmental Engineering Survey of B.F. Goodrich Canada Ltd., Thorold, Ontario (25 juillet 1974).
26. Canadian Government/Vinyl Chloride Industry Task Force Meetings (non publié, 20 octobre, 1976).

## BIBLIOGRAPHIE

"Activated Carbon Effective for Removing VCM", *Env. Sci + Tech.*, 8: 10, p. 872, (octobre 1974).

Air Products and Chemicals Inc., Stripping of Vinyl Chloride Monomer from Resins in Aqueous Slurries and from Dry Resin Powders.

"Battle Lines Drawn on Vinyl Chloride Issue", *C. + E. News*, p. 16, (25 février 1974).

Bell, Z.G., J.C. Lafleur, R.P. Lynch et G.S. Work, PPG Industries Inc., "Control Methods for Vinyl Chloride", *Chem. Eng. Prog.* 71: 9, pp. 45-48, (septembre 1975).

"Withholding of Vinyl Chloride Data Hinted", *C. + E. News*, p. 16 (20 mai 1974).

Cook W.A., et al, "Occupational Acroosteolysis", *Arch. Env. Health*, 2, (janvier 1971).

"Curtail Vinyl Chloride Exposure", *Hydrocarb. Proc.*, (février 1976).

"Diamond Shamrock's Gamble in Alberta", *Can. Chem. Proc.* pp. 25-28 (juillet 1976).

Harper, C.A., *Handbook of Plastics and Elastomers*, McGraw-Hill, New York, N.Y. (1975).

Kent, J.A., *Handbook of Industrial Chemistry*, 7th ed., Van Nostrand Reinhold, New York, N.Y. (1974).

Monsanto Research Corporation, *Potential Pollutants from Petrochemical Processes*, MRC-DA-406 (décembre 1973).

Mutchler, J.E. et T.A. Loch, "Potential Air Pollution Problems from Vinyl Chloride and Polyvinyl Chloride", *Vinyl Chloride Seminal Presentations*, G.D. Clayton and Associates, Southfield, Michigan.

Ontario Ministry of the Environment, *Vinyl Chloride as an Airborne Hazardous Contaminant I*, (octobre 1974).

Ontario Ministry of the Environment, *Vinyl Chloride as an Airborne Hazardous Contaminant I*, Progress Report No. 1, Rapport numéro ARB-TDA-02-75 (mars 1975).

Preliminary Assessment of Environmental Problems Associated with Vinyl Chloride and Polyvinyl Chloride: Rapport sur les activités et résultats du comité d'étude du SPE sur le chlorure de vinyle, septembre 1974.

Schweitzer, G.E., "Environmental Concerns Beyond the Work-Place". Exposé au groupe de travail sur la toxicité du chlorure et du polychlorure de vinyle, New York Academy of Sciences, 11 mai 1974.

Selikoff, I.J., Exposé aux audiences concernant les normes destinées à la lutte contre les dangers du chlorure de vinyle, (25 juin 1974).

Shreve, R.N., Chemical Process Industries, McGraw-Hill, New York, N.Y. (1975).

Society of the Plastics Industry Inc., Commentaires sur les normes proposées par l'Environmental Protection Agency pour le chlorure de vinyle, (mars 1975).

Torkelson, T.R., F. Oyen et V.K. Rowe, "The Toxicity of Vinyl Chloride as Determined by Repeated Exposure of Laboratory Animals", J. Amer Indust. Hyg. Assoc. 2, : 5, (octobre 1969).

U.S. Federal Register, 39: 92, p. 16896, (10 mai 1974).

U.S. Federal Register, 40: 248, p. 59531. (24 décembre 1975).

Vinyl Chloride Task Force, Preliminary Assessment of Environmental Problems Associated with Vinyl Chloride and Polyvinyl Chloride - Report on the Activities and Findings of the Vinyl Chloride Task Force, pour l'Environmental Protection Agency des États-Unis (septembre 1974).