Étude qualitative et quantitative des sources diffuses de solvants chlorés

Les solvant chlorés, utilisés dans l'industrie ou pour nos usages domestiques, sont la cause d'une pollution diffuse qui altère aussi bien l'atmosphère que les eaux souterraines et superficielles.
Cette étude* tend à quantifier ces sources de solvants chlorés en identifiant les branches industrielles utilisatrices : dégraissage métallique, nettoyage à sec, aérosol. Elle fait également le point sur les actions en cours pour réduire ces émissions : incinération, recyclage, produits de substitution.

A l'exclusion du 1,2-dichloroéthane et du 1,2-dichloroéthylène, les solvants chlorés sont largement utilisés à la fois par de petites industries, tels que les pressings ou les ateliers de traitement de surface, et par les particuliers *(encadré 1)*. Ces diverses utilisations sont à l'origine de nombreux rejets diffus dans les eaux de surface, les eaux souterraines et l'atmosphère.
La décontamination des eaux de surface se fait naturellement dans la mesure où l'évaporation des solvants est extrêmement rapide. Par contre, les solvants chlorés peuvent, par lixiviation dans les sols, se trouver piégés au fond des nappes phréatiques et l'exploitation de ces ressources naturelles en eaux potables s'en trouve sérieusement remise en cause. Le traitement de ces nappes souterraines est techniquement difficile et coûteux.
Ces composés peuvent souvent avoir de graves répercussions sur la santé et la meilleure méthode de prévention des contaminations de l'eau potable reste la limitation de leur utilisation ou des rejets occasionnés à la fois dans les eaux et dans l'atmosphère.
Le déclin de l'utilisation de solvants chlorés en Europe a débuté en 1974 et est estimé par l'ECSA (European Chlorinated Solvent Association) de l'ordre de 40 % entre 1974 et 1990, à l'exclusion des solvants intermédiaires employés dans le secteur chimique. Le Protocole de Montréal, renforcé par les directives des Conventions de Londres et de Copenhague, vise certains de ces solvants et l'évolution des consommations globales et spécifiques de chacun des solvants chlorés va s'en trouver sérieusement affectée.

Les composés chlorés sont naturellement très faiblement représentés dans l'environnement. Seul, le chlorure de méthylène peut être biosynthétisé mais les teneurs de fond sont très inférieures aux concentrations relevées dans les pays industrialisés. Les solvants chlorés les plus largement utilisés, tri, per et tri 111 sont rencontrés dans l'atmosphère de toute ville industrielle, ou très peuplée.

COMPOSÉS CHLORÉS A 1 ET 2 ATOMES DE CARBONE

Les solvants chlorés sont des liquides incolores de la famille des halogénures aliphatiques.
Leurs principales caractéristiques sont une grande volatilité, l'ininflammabilité, une faible tension de surface, un coefficient octanol/eau élevé, une faible solubilité dans l'eau et une mobilité importante dans les sols.

SOLVANTS CHLORÉS CONCERNÉS

Chlorométhanes
- Le chloroforme
- Le dichlorométhane
- Le tétrachlorure de carbone

Chloroéthanes
- Le 1,2-dichloroéthane
- Le 1,1,1- trichloroéthane

Chloroéthènes
- Le 1,2-dichloroéthylène
- Le trichloroéthylène
- Le tétrachloroéthylène (ou perchloroéthylène)

SIGLES UTILISÉS

CM	Dichlorométhane (chlorure de méthylène)
CCl4	Tétrachlorure de carbone
TRI 111	1,1,1 trichloroéthane
TRI	Trichloroéthylène
PER	Tétrachloroéthylène (perchloroéthylène)

Il est important d'observer les caractéristiques propres aux différents solvants afin d'évaluer leur impact sur les différents compartiments environnementaux.
Par exemple, leur durée de vie dans l'atmosphère est extrêmement variable *(tableau 1)*.
Remarque : le 1,2-dichloroéthylène commercial est un mélange des 2 isomères cis et trans, avec prédominance de l'isomère cis.

* *Étude réalisée par Organisation et Environnement à la demande des 6 agences de l'Eau et du ministère de l'Environnement (Étude Inter Agences n° 10, avril 1993)*

Tableau I - Propriétés physico-chimiques des solvants chlorés

Composé	Description physique et propriétés	Masse spécifique g/cm³	Masse molaire	Température d'ébullition	Pression vapeur à 20 °C	Solubilité dans l'eau à 25 °C	Coefficient de partage octanol/eau	Limite de détection
CM (CH_2Cl_2)	Liquide incolore. Les vapeurs sont inflammables et non explosibles.	1,32	84,94	39,5 °C	46,5 kPa	13 - 16,2 g/l	1,25	1 µ/l
Chloroforme ($CHCl_3$)	Très réfringent, inflammable, liquide lourd sucré, très volatile, odeur éthérée.	1,48	119,39	61,5 °C	20,8 kPa	7,7 - 9,6 g/l	1,95 + 0,02	0,1 µ/l
CCl_4	Liquide, inflammable, incolore, odeur caractéristique.	1,59	153,84	76.7 °C	12,1 kPa	0,78 - 0,8 g/l	2,72 + 0,15	0,1 µ/l
TRI 111 (CH_3CCl_3)	Liquide incolore inflammable, corrode l'aluminium. Réagit violemment à l'oxygène, sur la soude.	1,33	133,42	74,1 °C	13,3 kPa	1,4 - 1,5 g/l	2,49	0,1 µ/l
TRI ($CHCl_3$)	Liquide incolore fluide.	1,46	131,40	86,7 °C	79,9 kPa	1 - 1,1 g/l	2,29 - 2,42	0,1 µ/l
PER (CCl_2-CCl_2)	Liquide clair incolore.	1,62	165,83	121 °C	19 kPa	0,15 g/l	2,60	0,1 µ/l
1,2-dichloroéthane	Liquide incolore fluide	1,25	98,96	84 °C	84,9 kPa	5,5 - 8,6 g/l	1,92	0,1 µ/l
1,2-dichloroéthylène (Z)	Liquide incolore fluide d'odeur douce. Très inflammable.	1,25	96,95	48,35 °C	35,3 kPa	7,7 g/l	2,55	5 µ/l
1,2-dichloroéthylène (E)	Liquide incolore fluide d'odeur douce. Très inflammable.	1,27	96,95	60,25 °C	23,9 kPa	6,3 g/l		1 µ/l

Sources : Montiel (1984, REIS. (1989)

Les solvants chlorés dans l'atmosphère

Les trois principales caractéristiques à considérer pour comprendre l'évolution des solvants chlorés dans l'atmosphère sont la volatilité qui traduit la capacité d'un composé à passer du milieu aquatique à l'air, la photosensibilité et la solubilité dans l'eau *(tableau II)*.

Certains solvants chlorés se décomposent rapidement sous l'effet des radicaux hydroxyle formés par photolyse des molécules d'ozone trophosphérique.

Le per, le tri et le chloroforme ont une faible durée de vie dans l'atmosphère avant décomposition. Leur potentiel de retour vers les eaux de surface par voie humide est limité de ce fait.

Le chlorure de méthylène est plus stable dans l'atmosphère. Son comportement est intermédiaire entre celui des chloroéthènes et des solvants destructeurs de la couche stratosphérique d'ozone.

Tableau II- Stabilité photochimique des solvants chlorés dans l'atmosphère.

Solvant chloré	Temps de demi-vie
Tri 111 (*)	3,7 ans
CCl_4 (*)	2 à 10 ans
CM	10 à 33 semaines
Tri	5 à 11 jours
Per	94 jours
Chloroforme	70 à 123 jours

* Concerné par la convention de Montréal

Les deux solvants chlorés concernés par le Protocole de Montréal ont une durée de vie importante dans la troposphère et disposent d'un potentiel de déposition par voie humide important. Toutefois, ils ne sont plus préoccupants dans la mesure où ils devront disparaître d'ici 2000 et 2005.

DEVENIR DANS LE MILIEU AQUATIQUE

Les eaux de surface

Selon le rapport élaboré par les experts de la Commission du Rhin [5], le coefficient d'émission de solvants chlorés dans les eaux de surface par rapport aux utilisations pourrait se situer entre 0 et 1 % des utilisations.

Des mesures de contamination chlorée des effluents urbains rejetés à la mer par la station d'épuration ont été réalisées dans 4 villes. Les concentrations varient entre 1 et 20 mg/l .

Le chloroforme, le tri, CCl4, tri 111, et per sont les 5 solvants chlorés couramment identifiés dans les effluents urbains. A l'exception du chloroforme, les concentrations relativement importantes de ces solvants dans les eaux de surface s'expliquent par les rejets importants de ces solvants dans l'environnement. La présence du chloroforme s'explique plutôt par les procédés de chloration des eaux de distribution. Le traitement au chlore et à l'hypochlorite de sodium des eaux naturelles contenant une forte proportion de substances organiques (fulviques et humiques) occasionne la formation de trihalométhanes, et en particulier de chloroforme.

Une expérience menée en 1986 sur les eaux potables chlorées a mesuré une concentration d'environ 25 µg/l de chloroforme. Ce composé constituait 42 % des solvants chlorés présents (Aggazzotti, 1986).

Le per a fait l'objet de mesures relatives aux eaux ayant séjourné dans des tuyaux en amiante-ciment recouverts d'un film de vinyltoluène. Plusieurs mg de per ont pu être détectés. Cette présence de solvant chloré dans les eaux urbaines a été prise en considération par l'EPA qui a fixé à 10 µg/l la quantité maximale de per pouvant migrer du tuyau dans l'eau.

Caractéristiques des solvants chlorés à considérer pour évaluer leur impact sur le milieu aquatique

Ces caractéristiques sont les suivantes : solubilité dans l'eau, volatilité, photosensibilité, hydrolyse, biodégradation aérobie, adsorption sur les matières en suspension.

Transfert eau-atmosphère

Les solvants chlorés sont des composés extrêmement volatils. Ils ne restent pas dans les eaux de surface. On les retrouve très rapidement dans l'atmosphère (Dilling et al., 1975) *(tableau 3)*.

La cinétique de volatilisation pour le per et le CM suit une équation du premier degré : la vitesse de volatilisation de ces

composés est indépendante de la concentration initiale des solvants dans l'eau (Zytner & St-Pierre, 1989).
Le passage d'un solvant chloré de l'air vers le milieu aquatique est réalisable par déposition humide sous deux conditions :
- si sa stabilité photochimique dans l'atmosphère est suffisamment grande pour que le solvant reste longtemps dans l'air sans se décomposer,
- s'il se s'hydrolyse pas.
Les composés éthyléniques halogénés comme le tri ou le per ont des durées de demi-vie de quelques jours dans l'air. Leur retour vers les eaux de surface est limité.
Le tétrachlorure de carbone continue à s'accumuler dans la troposphère et, malgré sa faible solubilité, est susceptible d'être retrouvé partiellement dans les eaux de surface.
Ce phénomène peut avoir lieu dans une moindre mesure avec le chlorure de méthylène dont la stabilité chimique dans l'air est seulement de plusieurs mois mais qui est encore émis en grandes quantités.
Le tri 111 est stable dans l'air mais s'hydrolyse trop vite dans l'eau de pluie pour pouvoir retourner dans les eaux de surface par déposition humide.
Les eaux pluviales peuvent présenter des teneurs en solvants chlorés comprises entre 10 et 100 µg/l.

Diffusion dans l'eau
Le flux massique dans l'eau par diffusion constitue également un important processus physique de transport des solvants chlorés.
Le per se diffuse lentement dans l'eau : dans le cas d'un déversement de per dans une eau stagnante, la récupération du solvant est possible. Elle a le temps d'être réalisée avant diffusion dans l'eau.

Photosensibilité
Les solvants chlorés peuvent faire l'objet d'une photolyse directe dans l'eau. Ce phénomène a lieu pour le chlorure de méthylène. Des divergences subsistent entre experts quant à la réactivité du tri et du per, et à la photodégradation dans l'eau (St Pierre, Zytner, 1989).

Hydrolyse
Les chlorométhanes et surtout les chloroéthylènes résistent souvent à l'hydrolyse. Les chlorométhanes à plusieurs atomes de chlore peuvent néanmoins se dégrader par solvation.
Par contre le tri 111 s'hydrolyse extrêmement rapidement en formant du chlorure de vinyle à température ambiante. En raison de sa grande volatilité, ce produit n'est pas décelé dans les eaux de surface (Mc Connell, 1976).

Biodégradation aérobie
La demande biologique en oxygène des solvants chlorés est généralement faible, bien qu'une décomposition par oxydation biologique ne soit pas exclue (Mc Connell, 1976).

Adsorption sur les matières en suspension
Comme toutes substances hydrophobes, les solvants chlorés s'adsorbent facilement sur les matières solides présentes dans les eaux. Le coefficient de partage octanol/eau caractérisant la lipophilie permet d'évaluer la tendance des différents composés. L'utilisation de ce coefficient pour la prédiction de la capacité d'adsorption est possible pour les substances lipophiles, ce qui est le cas des solvants chlorées *(tableau 1)*.
Le transfert des solvants chlorés dans les eaux de surface dépend plutôt de la dynamique sédimentaire que des mouvements de masses fluviales (Marchand, 1989).

Conclusions
A l'exception du tri 111 qui présente la particularité de s'hydrolyser, le comportement des différents solvants chlorés est à peu près le même pour tous. Ce sont des composés très volatils qui ne restent pas longtemps dans le milieu aquatique. Ils s'évaporent facilement ou bien s'adsorbent sur les matières solides présentes dans les eaux.
Le phénomène de déposition atmosphérique peut être important (quoiqu'il soit très difficile de le chiffrer) en particulier pour les solvants chlorés dotés d'un temps de demi-vie suffisamment long dans l'air.

TRANSPORTS DES SOLVANTS CHLORÉS DANS LES SOLS

Origines de la contamination des eaux souterraines

Les solvants chlorés présents dans les eaux de surface ont la possibilité de s'en échapper par volatilisation. Ce phénomène ne peut avoir lieu dans les eaux souterraines dont les teneurs en contaminants de ce type ne cessent d'augmenter.
L'origine des pollutions des nappes phréatiques :
- les accidents de transports routiers ou ferroviaires, ou même de canalisation,
- le stockage de déchets industriels sur des sites non appropriées (ou infiltration des eaux usées),
- l'enfouissement technique d'ordures ménagères. En 1990, 20 millions de tonnes de déchets domestiques ont été placés en décharge de classe 2,
- les calculs ont suggéré que le transport aérien pourrait être un facteur important car les solvants chlorés déposés par voie pluviale s'infiltraient ensuite vers les eaux souterraines.
Toutes ces pollutions des sols sont sources de contamination des eaux souterraines.

***Tableau III**- Taux d'évaporation de composés chlorés en solution aqueuse diluée*

Solvant chloré	Temps pour l'évaporation du milieu aqueux en minutes	
	50 %	90 %
Tri 111	20 ± 3	69 ± 11
CCl_4	29	97
CM	21 ± 3	69 ± 11
Tri	21 ± 3	69 ± 11
Per	25 ± 3	83 ± 11
Chloroforme	21 ± 4	71 ± 12
1,2-dichloroéthane	29	96
* dichloroéthylène (cis)	18	64
* dichloroéthylène (trans)	24	83

Source : Montiel, 1984
* Le dichloroéthylène commercial est un mélange des deux isomères cis et trans.

Processus d'infiltration dans les nappes phréatiques : critères favorisant le mouvement des solvants dans les sols

Lipophilie

Les solvants chlorés sont très lipophiles. Leur coefficient de partage octanol/eau est élevé et ils sont adsorbés de façon importante sur les sédiments, les sols, les alluvions. Ce processus est réversible. Toutefois, cette caractéristique leur permet de rester dans les sols malgré leur grande volatilité.

L'équilibre d'adsorption régi par les propriétés d'un composé n'est établi que dans la limite de vitesses de déplacement inférieures à 0,1 cm/min. Or, les solvants chlorés sont extrêmement mobiles dans les sols et vont rapidement atteindre les zones aquifères des sols propices aux infiltrations.

Densité et viscosité

Leur densité leur permet de s'infiltrer facilement dans les différentes zones souterraines, processus accéléré par leur faible viscosité *(tableau 4)*.

La densité des solvants chlorés dans l'eau varie de 1,3 à 1,6. Lorsqu'ils atteignent les nappes souterraines, ils s'accumulent au fond et il est extrêmement difficile et coûteux de traiter les nappes contaminées.

Facteur d'atténuation

L'importance des infiltrations de substances dans les nappes phréatiques est estimée grâce à leur facteur d'atténuation *(tableau 5)*. Ce facteur est calculé par le rapport eau sortie du dépôt/eau d'un puit à 500 m. Les solvants chlorés, et en particulier le tri, ont des faibles facteurs d'atténuation : ils atteignent rapidement les eaux souterraines dans des sols propices aux infiltrations.

***Tableau IV** - Viscosité des solvants chlorés*

Produit	Viscosité
Eau	1,01
Tri	0,40
Per	0,54
Tri III	0,65
CM	0,32
Chloroforme	0,38
CCl_4	0,61

Source : Montiel, 1984

***Tableau V** - Facteur d'atténuation des solvants chlorés*

Solvant	Poids moléculaires	Facteur d'atténuation
Dichloroéthane	99	115
Tri	156	465
Chloroforme	120	3 300
Per	166	4 760

Source : Montiel, 1984

Situation géographique

Les solvants sont susceptibles d'atteindre particulièrement rapidement les nappes préatiques à condition que la nature du sol s'y prête. Plusieurs critères relatifs au sol permettent de prévoir les possibles infiltrations : perméabilité du sol, granulométrie du sol, porosité du drainage à l'intérieur des agrégats, proximité de la nappe phréatique...

CONSOMMATION ANNUELLE DE SOLVANTS CHLORÉS EN FRANCE

Les trois principaux producteurs de solvants chlorés sur la France sont Atochem, Dow France et Solvay qui détiennent chacun environ 30 % du marché. ICI et quelques petits fournisseurs se partagent les 10 % restants *(tableaux 6 et 7)*.

Evolution des consommations

La consommation française de solvants chlorés, suivant la tendance observée à l'échelle européenne ne cesse de diminuer *(tableau 8)*.

Consommations par types d'utilisation

Le *tableau 9* présente les tendances suivantes :

. 3 principales sources potentielles de pollution diffuses (ou "petits ponctuels") dues à des secteurs artisanaux :

- les ateliers de travail des métaux : le dégraissage métallique peut être à l'origine de rejets accidentels et de rejets de recondensation (tri et tri 111),
- les pressings : la phase aqueuse est rejetée après distillation. Les entreprises de nettoyage à sec consomment quasi exclusivement du perchloréthylène,
- les ateliers de décapage de peinture qui utilisent du chlorure de méthylène,

. Des sources non négligeables de pollution diffuse par les produits grand public :

- aérosols, qui conduisent à la pollution atmosphérique par le chlorure de méthylène,
- utilisations diverses de tri et de produits contenant du tri 111.

. Des utilisations de ces solvants chlorés dans l'industrie qui peuvent être réparties en deux catégories :

- l'utilisation en application chimique, dans les process (extraction, synthèse...). Dans ce cas on considérera que les rejets provenant de ces utilisations sont de type ponctuel.
- les autres utilisations de type grand public, pour l'entretien, le nettoyage, etc. Dans ce cas, la consommation de ces produits a été répertoriée dans la catégorie d'utilisation correspondante.

***Tableau VI** - Consommation de solvants chlorés en France*

Solvant chloré	Consommation en France en tonnes/an
Chlorure de méthylène (CM)	28 000 - 30 000
Trichloroéthylène (tri)	24 000 - 28 000
Tétrachloroéthylène (per)	21 000 - 22 000
Trichloroéthane 1,1,1 (tri 111)	24 000 - 26 000
Tétrachlorure de carbone (CCl_4)	quelques centaines
Chloroforme	quelques centaines
Dichloroéthylène	de l'ordre de dizaines à centaines de milliers de tonnes
Dichloroéthane 1,2	de l'ordre de dizaines de milliers de tonnes

Sources : Cefic (1990), Atochem (1991)

***Tableau VII** - Utilisation des solvants chorés*

Nom chimique	Application
Tétrachloroéthylène (synonyme : perchloroéthylène, per)	Solvant en nettoyage à sec (50 à 60 %). Solvant en nettoyage de métaux intermédiaire dans la production de fluorocarbonés. Process et finition dans l'industrie du textile. Solvant d'extraction, fluide d'échanges thermiques. Décaféination. Fabrication des colles. Encre et produits d'entretien.
1,2-Dichloroéthane	Intermédiaire pour la production de chlorure de vinyle. Matière première pour la production de solvants chlorés (per, tri 111, tri). Additif pour gas oil. Extraction des huiles et graisses.
Trichloroéthylène	Dégraissage de métaux. Extraction par solvant. Solvant portant.
1,1,1-Trichloroéthane (Concerné par le protocole de Montréal)	Nettoyage industriel. Dégraissage métaux et plastique (froid ou vapeur). Formulation d'adhésifs, extraction par solvant (remplaçant de CCl_4 et tri).
Dichlorométhane (syn : chlorure de méthylène)	Dissolvant peintures, vernis dégraissage métaux. Extraction par solvant, décaféination, propulsion (aérosols), réfrigérant. Agent "soufflant" dans les mousses de PU*. Production fibres d'acétate.
Trichlorométhane (syn : chloroforme)	Extraction dans la préparation de médicaments, pesticides, arômes. Propulseur (aérosols). Production en électronique, CFC, photodégraissant.
Tétrachlorure de carbone (Concerné par le protocole de Montréal)	Production de CFC. Solvant, extractant industriel. Fabrication de produits organiques, fluides semi-conducteurs. Agent "soufflant" pour mousse.
1,2-dichloroéthylène	Extraction basses températures (caféine, teinture, parfums vernis, thermoplastiques, gras, phénol). Fabrication de solutions de caoutchouc. Intermédiaire chimique dans la synthèse d'autres solvants et composés chlorés. Matière première de fabrication de styrène, fluide anti-détonnant fumigeant.

PU* = polyuréthane

***Tableau VIII** - Évolution de la consommation des 4 principaux solvants chlorés (France)*

Solvant chloré	consommation en 1980 (1) (tonnes/an)	consommation en 1985 (1) (tonnes/an)	consommation en 1990 (2) (tonnes/an)
Tri	49 000	32 300	24 000 - 28 000
Per	38 000	27 500	21 000 - 22 000
Tri 1,1,1	34 000	31 500	26 000 - 28 000
CM	28 000	29 200	28 000 - 30 000

Sources : (1) Citepa, (2) Cefic

***Tableau IX** - Répartition des quatre principaux solvants chlorés par type d'utilisation (en tonnes/an)*

Solvant chloré utilisation	Tri	CM	Tri 111	Per
Dégraissage métallique	21 500	1 500	23 500	3 500
Nettoyage à sec	0	0	0	17 000
Décapage peinture (domestique compris)	0	12 000	0	0
Aérosols	0	5 600	1 300	0
Autres produits grand public	1 500 - 5 000	2 000 - 3 000	2 000 - 3 000	0
Applications chimiques (rejets ponctuels)	1 000 - 1 500	6 000 - 8 000	< 1 000	500 - 1 500
Total consommation	24 000 - 28 000	28 000 - 30 000	26 000 - 28 000	21 000 - 22 000

Sources : Dow France, Atochem, Solvay France, 1991, Sits, 1992.

Caractéristiques des principaux secteurs utilisateurs de solvants chlorés

Nettoyage et dégraissage métallique

Lavage : procédé mécanique visant à éliminer les impuretés d'un produit.
Dégraissage : procédé chimique visant à éliminer huiles et graisses d'un produit.

Le nettoyage peut être l'un de ces deux procédés ou bien l'ensemble des deux.
Le dégraissage métallique peut s'effectuer des différentes façons suivantes : par essuyage au chiffon, au pinceau, par aspersion à la fontaine, par simple immersion dans une cuve ouverte ("au trempé"), par utilisation d'une machine à dégraisser sous vapeur.

Secteurs concernés par le dégraissage métallique

La métallurgie

Ce secteur industriel est constitué de cinq sous-secteurs : la mécanique, la production de métaux (1re transformation), les transports automobiles, la construction électrique et électronique, la construction aéronautique et navale.

Les garages
Les garages, au nombre de 22 000, sont représentés par un syndicat unique, le Gipa, et ne sont pas comptabilisés parmi les industries de la mécanique.
Leur consommation globale de solvants chlorés a été estimée à 15 000 tonnes par an. Elle est probablement plus faible à ce jour dans la mesure où les investissements des plus gros garagistes s'orientent vers le dégraissage lessiviel.
En général, les garages utilisateurs de solvants chlorés réalisent le dégraissage des pièces de réparation à froid, sans machine (pinceau, chiffon...) ou bien "à la fontaine" c'est-à-dire par lavage dans un jet de solvant récupéré par pompage.
Les rejets de l'ensembe des garages sur le territoire ont été évalués à :
- 60 % de rejets atmosphériques, soit environ 9 000 tonnes/an.
- 40 % de déchets, c'est-à-dire environ 6 000 tonnes (Citepa, 1988). Les chiffres de 1992 sont probablement plus faibles.
D'après les analyses réalisées par Périchimie, les déchets chlorés des garages présentent des teneurs en solvants chlorés d'environ 70 %.
Officiellement, il n'y a pas de rejets directs dans l'eau, mais une partie des 40 % comptabilisés dans les déchets est susceptible d'être rejetée dans les réseaux d'assainissement.

Consommation de solvants chlorés pour le dégraissage/nettoyage de métaux
Le dégraissage métallique précède en général des opération telles que traitements mécaniques, traitements chimiques, traitements électrochimiques, vernissage ou revêtement.
Le poids respectif de chacun des solvants dans la consommation globale attribuée au secteur du dégraissage métallique sont répartis comme indiqué au *tableau 10*.
Parmi les solvants classés dans la rubrique "divers" sont inclus le CM, le Fréon 113 et le 1,2-dichloroéthane encore utilisé de façon marginale pour le dégraissage métallique. Malgré les directives de la Convention de Londres, le tri 111 est encore largement utilisé et le panorama du marché des solvants de dégraissage devrait être grandement modifié dans les années à venir.
L'évolution est la suivante : essor du dégraissage lessiviel pour les procédés en milieu aqueux et retour au tri, dans de nombreux cas.

Nettoyage à sec
Le parc de machines de nettoyage à sec de textiles en France comprend environ 10 000 unités de 10/12 kg de capacité réparties sur 8 000 pressings.
Le secteur d'activité semble traverser une phase économiquement difficile. Le nombre de pressings est actuellement en régression. Environ 2 000 unités devraient être amenées à disparaître d'ici les 2 ou 3 prochaines années.
En France, la consommation de per associée au nettoyage à sec est de 17 000 tonnes en 1990.
Une diminution des quantités de solvant utilisé dans les pressings est observée depuis plusieurs années et s'explique par :
- une proportion croissante de machines dotées de systèmes de régénération interne, à consommation de solvant réduite. Les nouvelles machines apparues sur le marché fonctionnent, suivant les impératifs réglementaires, en circuit fermé,
- de nombreux pressings sont amenés à déposer le bilan. En général ces petites entreprises en difficulté mettaient en œuvre des machines équipées de circuit ouvert, grandes consommatrices de solvant.
Cette tendance devrait se confirmer dans les années à venir.

Décapage de peinture
Lors des revêtements de peinture et vernis, les éléments métalliques de supportage des pièces à traiter sont recouverts de multiples couches. Un décapage doit être réalisé périodiquement.
La consommation globale de chlorure de méthylène pour le décapage peinture s'élève à environ 12 000 tonnes annuelles (producteurs, 1992) réparties également entre l'industrie et le grand public.
Pour le chlorure de méthylène comme pour les autres solvants chlorés déjà cités, le risque principal de pollution des eaux viendrait d'une collecte imparfaite des déchets.

Autres utilisations grand public
Les solvants chlorés utilisés en grande consommation sont principalement le tri, le tri 111 et le chlorure de méthylène (pour d'autres utilisations que le décapage peinture).
Les produits de grande consommation rassemblent de l'ordre de 10 % de la globalité des solvants chlorés mis sur le marché français, c'est-à-dire environ 12 000 tonnes par an (producteurs, 1992).
Ils concernent les colles, adhésifs, produits d'entretien, détachants, production d'encres, aérosols...

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Les données précédemment collectées sont en général fournies à l'échelle européenne ou nationale, plus rarement au niveau des bassins.
Il est néanmoins envisageable d'évaluer les sources de pollutions diffuses sur chacun des bassins en classant les activités concernées en trois catégories :

Produits grand public et pour garages
La consommation de produits à base de solvants chlorés occasionne des rejets diffus sur le lieu d'habitation. La répartition géographique des émissions dans l'environnement pour ce type de produits est déterminée par la densité de population.

Solvants chlorés utilisés par les petites entreprises et ateliers de dégraissage métallique
L'industrie de la métallurgie est la première intéressée par le dégraissage métallique, c'est-à-dire par les rejets les plus importantes de tri et de tri 111 *(tableau 11)*.

Tableau 10 *- Consommation de solvants chlorés pour le dégraissage métallique*

Solvant chloré	1984 (1) tonnes/an	% de la consommation totale, 1984 (1)	1991 (2) (tonnes/an)	% de la consommation totale, 1991 (2)
Tri	32 000	38,5	21 500	43
Per	7 000	8,43	3 500	7
Tri 111	33 600	48,2	23 500	47
Divers (dont CM)	10 476	12,6	1 500	3
Total	83 076		50 000	

Source : ECSA (1988) (1), FIM (1992) (2)

Utilisation du perchloréthylène en nettoyage à sec

La région parisienne présente clairement la densité de pressings la plus importante. Ceci correspond à la densité de population *(tableau 12)*.

Il est à noter que le bassin Adour-Garonne, dont l'agence est à l'origine des premières initiatives en faveur de l'aide au traitement des déchets de pressings, ne représent que 10,7 % des entreprises de nettoyage à sec en France.

Tableau XI - Répartition géographique des industries de la métallurgie

Bassin	Nombre d'entreprises	Pourcentage
Seine-Normandie	6 729	34,3 %
Rhône-Méditerrannée-Corse	4 721	24,1 %
Artois-Picardie	1 416	7,2 %
Rhin-Meuse	1 365	7 %
Adour-Garonne	1 187	6,1 %
Loire-Bretagne	3 986	20,3 %
Non ventilés	194	1 %
Total	19 598	100 %

Sources : Sessi, 1989

ACTIONS EN COURS

Traitement des solvants chlorés après utilisation

Les deux possibilités s'offrant à l'utilisateur de solvants chlorés sont principalement la régénération, qui ne concerne aujourd'hui que 10 % des solvants chlorés consommés sur le territoire (10 000 à 11 000 tonnes de solvants chlorés par an) et l'incinération. Une troisième éventualité est constituée par la mise en décharge de classe 1, mais à terme cette possibilité sera proscrite.

Enfin, il ne faut pas négliger la mise en décharge de classe 2, en mélange avec les ordures ménagères où les déchets industriels banals (cas des déchets de nettoyage à sec, par exemple).

Cet ultime mode de "traitement" peut être à l'origine de phénomène d'infiltration dans les sols pouvant se révéler d'une extrême gravité pour les eaux souterraines.

Tableau XII - Répartition des pressings par bassin

Bassin	SN	LB	AG	RMC	RM	AP
Nombre de pressings	3 588	1 833	1 055	2 382	485	457
Pourcentage (France)	36,6 %	18,7 %	10,7 %	24,3 %	5 %	4,7 %

Source : CFET, 1992

Tableau XIII - Incinérateurs de solvants chlorés

Société	Site	Capacité	Observations
Gerep	Mitry-Mory	25 000 t/an	7 à 10 % chlorés
Tredi	Salaise s/Sanne	40 000 t/an	
Tredi	Saint-Vulbas	30 000 t/an	
Siap	Bassens	20 000 t/an	
Sarp Industries	Limay	70 000 t/an	

Sources : ANRED (1988), EMC Services (1992)

Incinération de solvants chlorés

L'incinération de déchets chlorés est réalisée par les principales sociétés spécialisées comme Tredi, première société sur le marché pour les solvants industriels ou Sarp industrie *(tableau 13)*.

Au cours de l'année 1991, 9 000 à 10 000 tonnes de solvants chlorés furent incinérés par des sociétés spécialisées. Ces quantités représentent 10 % de la consommation totale en France.

Le coût de l'incinération de liquides chlorés est compris entre 1 500 et 7 000 francs la tonne à brûler, en fonction du taux de chlore, pour des déchets contenant plus de 10 % de chlore en poids. Le coût moyen de l'incinération de déchets chlorés se situe généralement entre 2 000 et 3 000 francs la tonne.

L'incinération de solvants chlorés génère la formation d'acide chlorhydrique dont les normes de rejet ont été nouvellement modifiées dans la réglementation française. Ce procédé d'élimination va devenir plus coûteux dans les années à venir ; toutefois, il devrait se généraliser.

Régénération de solvants chlorés

Le secteur de la régénération conserve une image ancestrale de médiocrité dans les prestations (image du vieil alambic...) ; les solvants régénérés sont rarement utilisés pour le process. Une qualité minimale est nécessaire pour assurer un rendement normal du solvant, même pour le nettoyage. Les clients désirent s'assurer de la qualité des solvants chlorés régénérés.

A ce jour, environ 10 % des solvants chlorés consommés en France sont les produits de la régénération.

Il est possible d'utiliser des solvants régénérés pour certaines activités de nettoyage à condition de vérifier la qualité du produit, par chromatographie par exemple.

La Fédération des Industries de la Mécanique préconise une grande vigilance de la part de ses membres vis-à-vis des solvants chlorés régénérés et conseille en particulier de vérifier l'accréditation de la société de régénération auprès de l'AFNOR.

Pour les solvants chlorés, la régénération coûte moins cher que la destruction (sur la base d'un coût de destruction de 4 100 F la tonne, ce qui est supérieur aux prix moyens. De plus il est possible de récupérer une partie du solvant : la revalorisation des produits souillés est réalisée pour 60 % du tonnage initial

Elle représente donc une économie notable pour les industriels qui ne doivent se fournir qu'avec 40 % de produit neuf.

Selon le premier régénérateur français, la Société Nouvelle Fradin, 60 % du tonnage traité est fourni par les grands groupes industriels, en particulier l'automobile *(tableau 14)*.

Les PME et PMI fournissent 40 % du tonnage traité, pour un tonnage moyen de 15 tonnes/mois par entreprise. Il s'agit principalement d'ateliers de dégraissage métallique.

En général, l'exploitant ne récupère pas le solvant régénéré.

Tableau XIV - Principaux régénérateurs de solvants chlorés

Nom du centre et localisation	Fonctions et capacité de traitement	Observations
Société Nouvelle Fradin (SARL) ..... 78 - les Mureaux	15 000 tonnes/an	CR et distillation
Speichim (Spie Batignolles) ..... St. Vulbas, 43 - Brioude 64 - Mourenx	4 000 - 5 000 tonnes/an	Solvants chlorés seuls comptabilisés
SA De Chamboux ..... 74 - La Roche-Foron	500 tonnes/an	EV chlorés uniquement collecte
Brabant Chimie ..... 45 - Corbeilles	3 000 tonnes/an	EV et CR collecte
Gache Chimie ..... 31 - Toulouse	1 000 tonnes/an	SV collecte
Langlois-Chimie ..... 35 - St. Jacques de la Lande	1 500 tonnes/an	Collecte
Produits Chimiques d'Auvergne ..... 63 - Cournon d'Auvergne	3 000 tonnes/an	Distillation solvants chlorés uniquement
Regesolve ..... 59 - Tourcoing	500 tonnes/an	1 % chlorés
Scoredi ..... 27 - Romilly-sur-Andelle	9 000 tonnes/an	Chlorés et fluorés
Solvatec ..... 60 - Rieux	Non fourni	CR et SV

Sources : guide pour l'élimination et la valorisation des déchets industriels, ANRED, 1989, Société Nouvelle Fradin, Speichim, 1992
Remarque : CR : colonne de rectification, EV : entraînement à la vapeur, SV : sous vide.

Initiatives des industries concernées

Initiatives de producteurs

Les producteurs sont à l'origine de la création, il y a 2 ou 3 ans, d'associations visant à organiser la récupération des solvants chlorés usagés. Ces associations ont été créées pour le nettoyage à sec et ne fonctionnent pour l'instant pratiquement que sur ce secteur. Toutefois, elles sont appelées à se développer dans d'autres secteurs, en particulier le dégraissage métallique. Ces associations regroupent contractuellement des entreprises productrices ou distributrices de solvants chlorés avec les collecteurs et spécialistes du traitement des déchets chlorés. Elles ont pour objectif de limiter l'élimination incontrôlée de déchets contaminés par les solvants chlorés (les culots de distillation de machines de nettoyage à sec), de boues ou de fûts de solvants chlorés usés. Elles coordonnent la distribution de produits neufs, la collecte et le traitement des solvants usés et des déchets. Au nombre de 3 elles regroupent respectivement les sociétés indiquées au *tableau 15*.

A ce jour, 605 pressings, sur les 9 800 existants en France, font appel à ces services associatifs, c'est à dire 6,2 %. Sur les 4 800 tonnes de solvants chlorés résiduels des entreprises de nettoyage à sec, à peine plus de 2 % sont collectés par l'une de ces associations. L'exploitant du pressing (ou de la PME mettant en œuvre des procédures de nettoyage ou de dégraissage métallique) peut passer un accord avec l'une de ces associations. Il s'engage ainsi à faire collecter et traiter ses déchets pour un coût moyen de 8-10 F/kg de déchets.

Les fûts de déchets chlorés fournis par les pressings renferment des quantités de solvants difficilement régénérables (fûts de 30 kg, le plus souvent). Ces déchets sont incinérés par des sociétés spécialisées.

Certaines Agences de l'Eau subventionnent les pressings adhérant au système Ecoper à hauteur de 1,20 F/kg de déchet chloré collecté. Dans ce cas, l'exploitant signe une convention directement avec l'agence de l'Eau, qui lui décerne le label "vêtements nettoyés et nature protégée".

Sur le bassin Adour-Garonne, environ 340 pressings (sur les 1 055 existant sur le bassin) ont aujourd'hui signé la convention avec l'agence de l'Eau. L'agence Rhône-Méditerranée-Corse a récemment lancé cette opération et contracté avec environ 20 adhérents.

Malheureusement, de nombreux pressings signataires ne respectent pas leurs engagements et se contentent d'afficher le label vert sans faire effectuer la récupération de leurs déchets.

Initiatives des consommateurs de solvants chlorés en dégraissage/nettoyage métallique

La Fédération des Industries Mécaniques qui regroupe environ 7 000 adhérents, parmi les 15 000 à 20 000 sociétés concernées par le dégraissage métallique, a entrepris d'estimer l'importance du problème des déchets sur son secteur d'activité en envoyant un questionnaire "déchets" à chacun de ses membres.

Tableau XV - Associations pour la récupération des déchets chlorés

Système	Producteur	Collecteur (sans exclusivité)	Eliminateur	Nombre pressings adhérents	Tonnage/annuel
Ecoper	Atochem	distributeurs	Sarp	~ 360	~ 35 tonnes
Charte des solvants	Dow France	distributeurs	EMC services	~ 100	~ 50 tonnes
Résolus	Solvay	Ipodec (Ile de France) + filiale collecteurs CGE	Sarp Industries	~ 145	10 à 20 tonnes
TOTAL adhérents	-	-	-	~ 605	100 à 105 tonnes

Sources : EMC Services, Ipodec, Atochem, Solvay France (1992)

Le début de l'année 1991 a vu la création de l'association Ecomeca, entre le SITS (matériels de traitement de surface), le SATS, la Fédération des industries de la mécanique et le Cetim, dont l'objectif est le transfert de connaissance vers les petites et moyennes entreprises de la mécanique. Les efforts de communication nécessaires à l'évolution des pratiques d'utilisation des solvants chlorés au sein de cette industrie pourraient s'avérer facilités par l'action de cette association. Selon le SITS, 50 % des ateliers de traitement de surface sont déjà dotés de systèmes de dépollution.

Les substituts

Le Protocole de Montréal (sept. 1987) vise deux solvants chlorés (CCl_4 et tri 111). Il a été amendé par les conventions de Londres (juin 1990) et du Copenhague (nov. 1992), cette dernière ayant avancé au 1er janvier 1995 l'arrêt de leur fabrication.
Le premier secteur d'activités concerné par ces mesures est le dégraissage métallique.
Le tri 111 était initialement un substitut du tri, reconnu toxique. Pour nombre d'exploitants d'ateliers de dégraissage métallique, l'arrêt de son utilisation signifie le retour au tri dans les cas où la qualité de nettoyage par les hydrocarbures s'avère insuffisante et le dégraissage lessiviel inapproprié.

Hydrocarbures utilisés en dégraissage

Le remplacement des solvants chlorés par des hydrocarbures est envisageable pour le dégraissage métallique, si le procédé ne nécessite pas un nettoyage extrêmement méticuleux.
On observe déjà une nette diminution de la consommation de tri 111 qui s'explique principalement par son remplacement par des mélanges de solvants aliphatiques et aromatiques lourds dont le point d'ébullition est élevé.
Il s'agit de :
- l'essence, le toluène, le xylène, les solvants naphta léger (mélanges), les solvants naphta lourd (mélanges).
Ces produits ont les inconvénient suivants :
- ces substituts hydrocarbonés sont plus chers que le tri 111 (substituts : de l'orde de 10 F/kg ; tri 111 : 5 à 6 F/kg),
- ils sont inflammables,
- ils risquent d'être un jour limités dans leur utilisation en raison de leur réactivité chimique dans l'atmosphère,
- leurs performances n'égalent pas celles des solvants chlorés.
Par contre, l'absence de chlore dans leur formulation se traduit par un coût de traitement (incinération) plus faible. Ils peuvent aussi être régénérés.
Le prix d'achat de ces substituts justifie un certain nombre de mesures à prendre par les utilisateurs afin d'en limiter la consommation.

Procédés aqueux en dégraissage

Les substituts alcalins connaissent un essor important en dégraissage métallique sous certaines conditions.
Ils peuvent être utilisés au cours d'opérations précédant des traitements de surface.
Il semblerait, d'après Mabor Industries (premier constructeur français de machines de dégraissage métallique) que les garagistes adoptent ce type de nettoyage en remplacement des chlorés, lors de l'acquisition de nouvelles machines.
Dans les procédés aqueux, les 3 phases se déroulent séparément : nettoyage, rinçage, séchage.
Les procédés lessiviels peuvent être mis en œuvre sans occasionner d'effluents supplémentaires lorsque les machines fonctionnent suivant une technologie propre comme l'ultrafiltration utilisée en cycle fermé.

Conclusions

Le dégraissage métallique est réalisé à 90 % avec du tri ou du tri 111. Ces solvants sont peu à peu remplacés dans le secteur d'activité par des solutions aqueuses alcalines dont la progression sur le marché est importante et, dans une moindre mesure, par les hydrocarbures.
Toutefois, il semble bien que les substituts ne s'adaptent pas aux petits ateliers, garages, etc, pour lesquels on peut prévoir une continuation de l'utilisation des solvants chlorés.

Résumé du rapport : Miren Helou
L'étude compète est disponible (prix : 120 F) auprès du service Communication/Documentation Agence de l'Eau, Rhin-Meuse, Rozérieulles, BP 19, 57161 Moulins-Les-Metz Cedex. Tél. : 87.34.47.00. Fax : 87.60.49.85.

Annexes

Explication globale des chiffrages

L'étude est réalisée conjointement pour les huit solvants concernés. Toutefois, le 1,2-dichloroéthane et le 1,2-dichloroéthylène ont fait l'objet de peu d'investigations dans la mesure où ils participent très peu au processus diffus de contamination des eaux.
La pollution diffusée par les solvants est estimée en fonction des quantités de pro-

duits consommés par an (chiffres fournis par les producteurs de solvants), par les principales industries et activités mettant en œuvre les solvants chlorés pour le nettoyage, dégraissage, décapage.
Les produits formulés à base de solvants chlorés et consommés par le grand public sont également étudiés dans la mesure où peu d'entre eux sont revalorisés après emploi.
Sur la base de la connaissance des tonnages consommés par chacun des secteurs d'activités, une quantification des rejets diffus de solvants chlorés est estimée en fonction de leur mode d'utilisation pour chaque type d'application (machines, moyens technologiques mis en oeuvre pour la dépollution, importance de la régénération...).
La hiérarchisation des activités polluantes relativement à leurs rejets dans le milieu aquatique continental est ensuite réalisée en considérant de façons quantitative (rejets réels) et qualitative (type de solvants, toxicité, réglementations) l'impact de ces activités sur l'environnement aquatique par voie diffuse.
Les pourcentages sont calculés à partir des valeurs moyennes de consommation, si celle-ci est exprimée sous la forme de plages de tonnages.

Définitions
Il est nécessaire d'expliciter la signification de certains termes employés tout au long de ce rapport relativement aux différents types de sources. Les deux définitions suivantes de l'EPA (Environmental Protection Agency) ont été adoptées :
- Pollution de source ponctuelle : type de pollution de l'eau résultant du rejet des eaux usées en un point identifiable. Les sources de pollution ponctuelles courantes sont les effluents des sites industriels et des stations d'épuration des eaux usées urbaines.
- Pollution de source diffuse : pollution causée par les sédiments, les nutriments, et les substances organiques ou toxiques, tous ces éléments étant issus des activités agricoles ou des retombées atmosphériques, et emportés vers les lacs, et les rivières ou même les eaux souterraines par ruissellement et drainage. Il y a pollution diffuse lorsque les concentrations de ces composants dans les milieux aquatiques dépassent les teneurs naturelles.
Les sources de pollution diffuse ne sont liées à aucun emplacement identifiable. C'est pourquoi les rejets domestiques sont assimilés à des pollutions diffuses. Les petits rejets ponctuels, des entreprises de nettoyage à sec par exemple, ont également été traités dans cette étude.
Des quantités très importantes de solvants chlorés peuvent être disséminées dans l'environnement aquatique de façon involontaire ou accidentelle lors du stockage ou du transport. Il s'agit alors de sources de pollution ponctuelle, malgré la difficulté à maîtriser ces rejets.

Ecotoxicologie et toxicologie
Le potentiel bioaccumulatif des solvants chlorés peut être évalué à l'aide du coefficient de partage octanol/eau (Kow) car ils sont lipophiles. Ce sont des composés peu bioaccumulables : leur coefficient de partage octanol/eau est inférieur à 2,72 .
Les concentrations de per (Kow = 2,60) retrouvées dans le foie de poisson sont comprises entre 11 et 23 µg/kg. A titre de comparaison, les concentrations de DDT (composé extrêmement bioaccumulable de Kow = 6,19) retenues dans le poisson dans les mêmes conditions expérimentales sont comprises entre 168 et 1600 µg/kg.
En ce qui concerne le chlorure de méthylène, des concentrations supérieures à 1 mg/l dans l'eau présentent des risques pour la reproduction de certaines espèces aquatiques (Rapport OCDE, 1982).

Écotoxicologie

Solvant	DL 50 Ingestion sur rat	DL 50 Inhalation sur rat	LC 50 (96 h) Pleuronectes platessa	LC 50 (96 h) Brachydanio rerio	LC 50 (96 h) Salmo Gairdneri	LC 50 (96 h) Lepomis Macrochirus	LC 50 (96 h) Leuciscusidus melanotus	LC 50 (96 h) Pimephales promelas	LC 50 (96 h) Poeciliare-ticulata	LC 50 Daphnia-magna
Tri	4920 mg/kg						136 mg/L	40-67 mg/L		22-100 mg/L
Tri III	11 000-14 000 mg/kg					110/57-90 mg/L	123 mg/L		133 mg/L	>1 300 mg/L
Per	13 00 mg/kg				5 mg/L	46/13 mg/L				18 mg/L
CM	2 136 mg/kg	52 mg/L					521-528 mg/L			310-224 mg/L
CCl_4	1 770-2 800 mg/kg				45-427 mg/L	27,3 mg/L	95 mg/L			35,2 mg/L
$CHCl_3$	1 194 mg/kg 300 mg/kg		28 mg/L	100 mg/L	18 mg/L					29 mg/L
1,2-dichloroéthane	680-850 mg/kg					430 mg/L	356 mg/L	116 mg/lL		250 mg/L
1,2-dichloroéthylène	200-1 500 mg/kg			> 500 mg/L		74 mg/lL		108 mg/L		62-110 mg/L

Source : Eureco, 1990

Toxicologie

Les solvants chlorés ont des répercussions sur la santé : atteintes neurologiques, problèmes cardiovasculaires, atteintes hépatiques et rénales.

Risques présentés par les solvants chlorés

En ce qui concerne la mutagénicité, des études bibliographiques sont en cours à la Commission des Communautés européennes. Des difficultés à publier les résultats semblent se poser en raison de divergences entre auteurs.

Les solvants chlorés les plus dangereux pour la santé humaine sont clairement le tri et le tétrachlorure de carbone.

Les conclusions concernant le CM et surtout le per, qui est noté comme cancérogène potentiel de plus faible catégorie, sont très réservées.

Le moins toxique semble être le 1,1,1 trichloroéthane mais il pourrait de par ses facultés d'altération de la couche d'ozone, présenter indirectement des risques pour la santé humaine.

Risques présentés par les solvants chlorés

Solvant	Toxicité	Carcinogénicité (évaluation IARC)
Tri	Toxique	Animal : mise en évidence douteuse (1979) Homme : pas de mise en évidence (1979) Groupe : 3 (1982)
Tri 111	Nocif	Animal : pas de mise en évidence (1979)
Per	Nocif	Animal : mise en évidence douteuse (1979) Groupe : 3 (1982)
CM	Nocif	Animal : mise en évidence (1986) Homme : pas de mise en évidence (1986)
CCl_4	Toxique (inhalation) Nocif (ingestion)	Animal : mise en évidence (1979) Homme : pas de mise en évidence (1979) Groupe : 2 B (1982)
$CHCl_3$	Nocif	Animal : mise en évidence (1979) Homme : mise en évidence douteuse (1979) Groupe : 2 B (1982)
1,2-dichloroéthane	Nocif	Animal : mise en évidence (1979) Homme : mise en évidence douteuse (1979)
1,2-dichloroéthylène	Nocif	Non étudié par IARC à date de 1986

Sources : IARC

QUELQUES RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Aggazzotti G., Predieri G, Survey of volatile halogenate organics (VHO) in Italy, *Water Ressources*, Vol. 20, N°8, pp.959-963, **1986**.

Anred, Document de travail en vue d'une procédure d'agrément dans le cadre de l'application de l'article 9 de la loi du 15 Juillet 1975, Déchets organohalogénés (hors PCB, **1991**.

Chambre de commerce et d'industrie de Thiers, Étude des problèmes de collecte et de stockage chez les producteurs de déchets, 13 p., sept **1987**.

Citepa, Inventaire expérimental des émissions dans l'atmosphère de composés organiques volatils (COV), 37 p., France, **1985**.

Commission internationale pour la protection du Rhin contre la pollution, Programme d'action Rhin, Inventaire des rejets de substances prioritaires, en 1985 et prévision des réductions de rejets réalisables d'ici 1995, 81 p., **1989**.

Dilling W.L, Bredeweg C.J., Tefertiller N.B., Organic photochemistry simulate atmospheric photodecomposition rates of methylene chloride 1,1,1-trichloroethane, trichloroethylene, tetrachloroethylene, and other compounds, *Environmental Sciences Research*, Vol. 10, N°4, pp. 351-356, avril **1976**.

Gay B.W., Jr, Hanst P.L., Bufalini J.J., Noonan R.C., Atmospheric oxidation of chlorinated ethylene, *Environment Science and Technology*, Vol. 10, N°1, p. 58-67, janvier **1976**.

Herbert P. (ICI), Charbonnier P. (Atochem), Rivolta L. (Montedipe Italy), Servais M. (Solvay), Van Mensh F. (Akzo), Campbell I; (ICI), The occurrence of chlorinate solvants in the environment, *Chemistry and Industry*, 15 December 1986, p. 861-869, **1986**.

Lillian D., Hanwant Bir Singh, Appleby A., Lobban L., Arnts R., Gumpert R., Hague R., Toomey J., Kazazis J., Antell M., Hansen D., Scott B., Atmospheric fates of halogenated compounds, *Environment Science and Technology*, Vol. 9, N°12, p. 1042-1048, novembre **1975**.

McConnell G., Halo organics in water supplies, *Journal of water engineers and scientists*, Vol. 30, p. 431-445, **1976**.

Marchand M., Ifremer, La contamination des eaux continentales par les micropolluants organiques, *Revues des sciences de l'eau*, Vol. 2, p. 229-264, **1989**.

Marchand M., Ifremer, Les polluants organiques toxiques dans les rejets urbains en milieu marin ou estuairien, *T.M.S.- L'eau*, p. 7-17, janvier **1989**.

Montiel A., Les solvants chlorés pouvant être retrouvés dans les eaux souterraines, Service du contrôle des eaux de Paris, 1983-1984, étude réalisée pour le ministère de la Santé.

OCDE, Emissions de composés organiques volatils provenant de l'utilisation de solvants, *Monographie sur l'environnement* N°23, 52p., août **1990**.

Programme OCDE de coopération pour la réduction des risques relatifs à certains produits chimique dangereux. Chlorure de méthylène. Premier rapport documentaire, **1991**.

St Pierre C.C., Zytner R.G., Fate of selected volatile organic substances in aqueous environment water pollution resources, *J. Can*, Vol. 24, N°1, p. 119-142, **1989**.

Singh H.B., Salas L.J., Cavanagh L.A., Distribution, sources and sinks of atmospheric halogenated compounds, *Journal of the air pollution control association*, Vol. 27, N°4, p. 332-336, avril **1977**.

Demain la chimie

Maison de la chimie, Paris, 8 décembre 1993

Colloque sur les formations d'ingénieurs :
- La chimie, une industrie de mutation.
- Pour des besoins variés, des formations diverses.
- Des formations d'aujourd'hui et métiers de demain.

Renseignements : SCI, 28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris. Tél. : (1) 45.55.69.46. Fax : (1) 45.55.40.33.

EN BREF

M. FRANCIS BAZILE, PRÉSIDENT DE L'UIC

L'Assemblée générale de l'Union des Industries Chimiques, a procédé à l'élection de son nouveau président, Francis Bazile, directeur général d'Elf Atochem, vice-président de l'Union des Industries Chimiques, en remplacement de Philippe Tripard dont le mandat était arrivé à son terme, et de son nouveau vice-président, Jean Gauvin, directeur général, direction nationale pour la France de la société Solvay, en remplacement de Francis Bazile.
Le comité exécutif, créé par décision de l'assemblée générale extraordinaire du 4 mars 1993 en remplacement du bureau, est constitué du président, du vice-président, du président sortant et du directeur général, Jean-Pierre Ribière.

PHILIPPE TRIPARD, PRÉSIDENT DE LA SCI

La Société de Chimie Industrielle a procédé à l'élection de son nouveau président et de nombreux administrateurs.
Le nouveau président de la SCI est Philippe Tripard et son Bureau est constitué de :
- Gilbert Gaillard, Vice-Président Exécutif,
- Francis Bazile, Vice-Président,
- Jean Gauvin, Vice-Président,
- Philippe Desaulles, Vice-Président,
- Jean Jauvert, Secrétaire du Conseil
- Robert Mas, Rapporteur des congrès
- Louis Debiais, Délégué Général et Trésorier.

D'autre part le Bureau a nommé Hubert de Forceville au poste de Directeur Financier.

NORBERT MARTIN, PRÉSIDENT DE LA FÉDÉRATION DES INDUSTRIES CHIMIQUES DE BELGIQUE

L'Assemblée générale de la FIC (Fédération des industries chimiques de Belgique) a élu Norbert Martin à la présidence de son conseil d'administration. Administrateur délégué de BASF Belgique, il succède à Georges Jacobs. La durée de son mandat est de trois ans. Norbert Martin a été notamment assistant à l'Institut de Recherches économiques et sociales de l'Université de Louvain et a participé à différentes missions dans le cadre de la Ceca et de la CEE avant de devenir administrateur délégué de BASF Chimie en 1969. Il a occupé, au sein du groupe, diverses responsabilités notamment à l'échelon européen.

ANDRÉ ROLLAND, PRÉSIDENT DE LA CHAMBRE SYNDICALE DES INDUSTRIES CHIMIQUES D'ILE DE FRANCE

André Rolland, administrateur et vice-président de Kodak-Pathé, a été élu président de la Chambre Syndicale des Industries Chimique d'Ile de France, lors de l'Assemblée générale du 27 mai 1993. Il succède à Henri Monod, président du Conseil de Surveillance et la Société Française Hoechst.

L'INDUSTRIE PÉTROLIÈRE EN 1992

Les résultats financiers 1992 de l'industrie pétrolière sont mauvais pour l'ensemble des activités. En raffinage-distribution, les sept sociétés pétrolières les plus importantes ont perdu en France glogalement 872 millions de francs (résultat courant économique après impôts) alors qu'en 1991, elles avaient pu dégager un résultat positif de 5,6 milliards de francs. Deux raisons à cela : les marges de raffinage se sont effondrées en 1992, et les marges de distribution sont restées les plus basses d'Europe, ce qui a entraîné la poursuite de la diminution du nombre de stations-service, passé de 22 900 en 1991 à 20 200 en 1992. Et pourtant, la profession a investi en 1992 8,5 milliards de francs.
Dans le réseau des sociétés pétrolières près de 50 % des ventes d'essence sont constituées de supercarburant sans plomb. Des gazoles améliorés, de nouveaux fiouls domestiques ont été mis sur le marché. Des investissements ont été réalisés pour la qualité de l'air et de l'eau. Pour la seule protection de l'environnement sur la période 1991/1999, seront investis 44 milliards de francs dont notamment 5 pour les supercarburants sans plomb, 8,2 pour la désulfuration des gazoles et fiouls domestiques et 8 pour la récupération des vapeurs d'hydrocarbures.
Aujourd'hui, l'industrie pétrolière en France doit faire face à de sérieuses difficultés. Pour rétablir la situation, deux conditions doivent êtres remplies :
- appliquer la même loi pour tous sans subventions ni aides particulières, sans favoriser d'autres formes d'énergies, ni les importateurs vis-à-vis des raffineurs nationaux ;
- développer en matière d'environnement une approche cohérente, rationnelle et concertée. Au lieu de vouloir réglementer dans le détail les activités des sociétés, il est préférable de leur fixer des objectifs précis de qualité de l'environnement avec un échéancier, et d'encourager leurs initiatives en suivant les progrès réalisés.

UFIP (Union Française des Industries Pétrolières), 4, avenue Hoche, 75008 Paris. Tél. : (1) 40.53.70.00. Fax : (1) 40.53.70.49.

DU PONT : PREMIERE UNITÉ DE PRODUCTION EN EUROPE DE LA FIBRE NOMEX

L'investissement est réalisé dans les Asturies (Espagne) et représente 200 millions de dollars. La commercialisation de la fibre devait commencer au début de l'été 1993. Cette usine augmente de 50 % les quantités de Nomex disponibles dans le monde. C'est à Richmond, Virginie, que Du Pont a construit en 1965 l'usine initiale de Nomex, la première fibre résistant à la chaleur et aux flammes à apparaître sur le marché.

Du Pont de Nemours Int. S.A., Case postale 50, CH-1218 Le Grand-Saconnex/GE. Tél. : +41 22 717.51.35. Fax : +41 22 717.60.21.