

Le chlore, un ressort de l'économie

Jacques Verdier* responsable marketing et communication

Le chlore, matière première à l'origine de plus de 55 % des fabrications de la chimie, reste avec la soude caustique qui lui est associée, un des grands intermédiaires pour la synthèse de très nombreux produits de la vie courante. Depuis la mise en route des premières électrolyses, il y a environ 100 ans, la production mondiale de chlore a été multipliée par 1 000 : de 35 000 tonnes, elle atteint aujourd'hui 40 millions de tonnes. Une progression qui montre la place de cette matière première dans le développement et les réussites qui ont marqué le XXe siècle.

On sait aussi que les sites de production, au nombre de 600, sont répartis dans 85 pays du monde, près de 40 % [1] de la production mondiale étant concentrés dans les trois régions du globe les plus dynamiques sur le plan industriel : Amérique du Nord, Europe occidentale, Japon et Asie du Sud-Est. Un signe qui ne trompe pas : la chimie du chlore est bien un partenaire économique du développement industriel. Pour s'en convaincre, il suffit de suivre la filière du chlore ; elle débouche sur des centaines de produits intermédiaires dont on retrouvera les usages dans les branches les plus vitales des activités de la vie courante : électronique, aéronautique,

automobile, médecine et santé, alimentation et agro-industries, loisirs, habitat, télécommunications sont les secteurs qui bénéficient de l'emploi du chlore et de ses dérivés. En un mot, ce sont des intermédiaires essentiels pour le confort et la sécurité de notre société.

Comment mieux apprécier les retombées dans l'économie d'une matière première aussi essentielle ? Le Syndicat des Halogènes et ses sociétés membres répondent à cette question pour la France dans une étude intitulée «L'importance du chlore pour l'économie française», présentée à la presse le 29 septembre 1994 (figure 1).

Une étude inédite

De cette étude macro-économique, on retiendra quatre constatations importantes.

Il s'agit d'abord d'un sujet inédit étudié selon deux axes de travail. L'un s'est intéressé aux moyens humains et techniques mis en jeu pour la production du chlore et des produits dérivés. L'autre, conduit par Elf Atochem, a permis de montrer les implications économiques de la filière chlore, c'est-à-dire les applications dérivées, les marchés concernés, la nature des entreprises utilisatrices. Une réflexion aval et amont sur la branche chlore qui n'a jamais été menée à ce jour en France ni même en Europe.

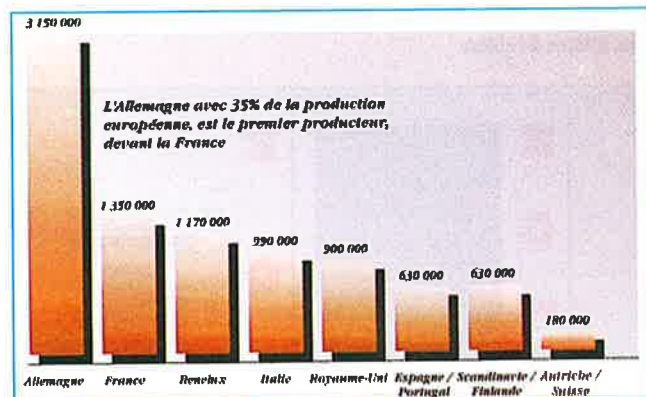


Figure 1 - Production annuelle de chlore en Europe (en tonnes, données 1992).

Deuxième constatation : le chlore et ses dérivés apportent une contribution majeure au bien-être et à la qualité de nos produits au quotidien. L'étude s'intéresse ainsi à leur identification : la moitié environ sont des grands produits qu'il aurait été impossible de fabriquer sans chlore, même si le produit final obtenu ne contient plus de chlore : les silicones, les polycarbonates, les résines époxy en sont quelques exemples.

Troisième constatation : le chlore et ses dérivés constituent un des piliers de l'industrie. L'étude permet en effet de mieux cerner les branches industrielles, les secteurs d'activité et les marchés concernés par la filière chlore en France. On a pu ainsi vérifier que le chlore est une des plus importantes matières premières des temps modernes. Vingt mille entreprises en France utilisent ou consomment du chlore ou, dans la plupart des cas, des produits dérivés. Elles recouvrent à elles seules dix-sept grands secteurs économiques.

Quatrième constatation : le chlore et ses dérivés, inscrits dans une dynamique industrielle, sont étroitement associés à l'emploi. Le chiffre que révèle l'étude

* Elf Atochem, division Chlore, brome et dérivés, Cedex 42, 92901 Paris-La-Défense 10. Tél. : (1) 49.00.80.80. Fax : (1) 47.96.94.31.

évaluée à 202 680 emplois directs, c'est-à-dire emplois de personnes salariées dans des sociétés fabriquant du chlore, des dérivés chlorés ou des produits finis dans lesquels le chlore est intervenu à une phase de fabrication.

La filière chlore : un arbre aux nombreuses ramifications

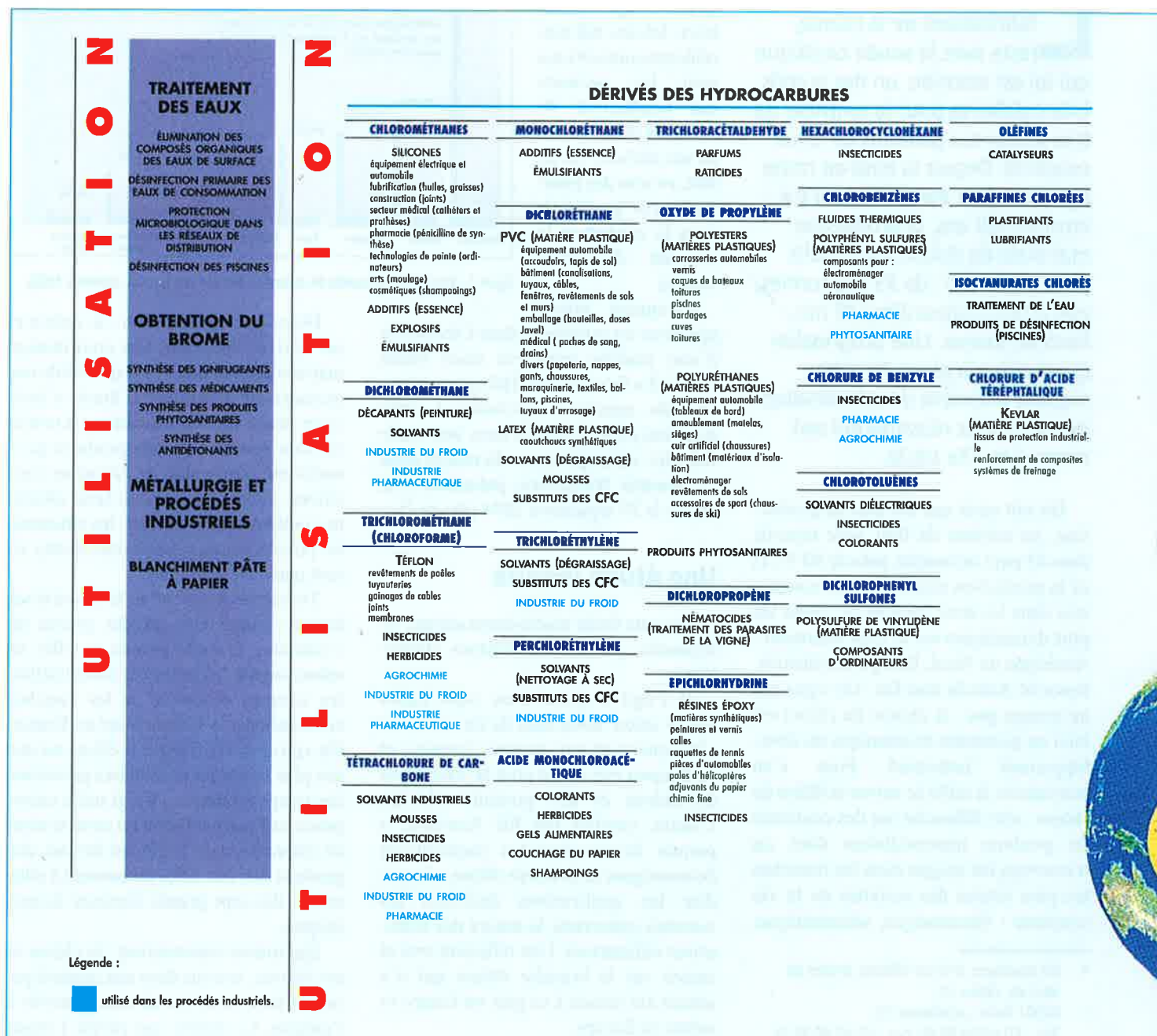
On ne peut comprendre l'impact du chlore dans l'économie française sans jeter un regard sur l'ensemble des rami-

fications de ce qu'il est convenu d'appeler la filière chlore (voir ci-dessous et figure 2). Le chlore gazeux généré par les opérations d'électrolyse, peut être utilisé directement : c'est le cas par exemple du traitement de l'eau, de la chimie du brome, et une multitude d'usages industriels qu'apportent les dérivés chlorés inorganiques dont font partie l'acide chlorhydrique, l'hypochlorite de sodium (javel), les chlorures métalliques (fer, aluminium, étain), les chlorures de soufre et de phosphore ; ces usages directs consomment près de 50 000 tonnes de chlore par an, soit moins de

4 % de la production française. De ces usages directs, on retiendra quelques applications importantes :

- L'extraction du brome qui débouche sur les ignifugeants, la pharmacie, les usages phytosanitaires et le traitement des sols pour l'agriculture, les antidétonants pour combustibles.
- Les chlorures métalliques interviennent dans l'extraction de certains métaux, le chlore dit-on « donne des ailes aux métaux », et dans la fabrication de divers produits comme l'oxychlorure de cuivre obtenu à partir de la chloration du cuivre, pour traiter les vignes contre le

Les filières du chlore



mildiou. Une application très sensible pour les technologies de pointe est l'obtention de silicium ultrapur utilisé avec succès pour la fabrication des semi-conducteurs ou des panneaux solaires qui fournissent l'énergie électrique indispensable au fonctionnement des satellites et des véhicules spatiaux.

Mais l'essentiel de la chimie du chlore est surtout constitué d'usages indirects, c'est-à-dire des applications où le chlore et les dérivés chlorés constituent des intermédiaires qui permettront de fabriquer des produits finis. Plusieurs réactions successives sont souvent néces-

saires pour arriver au produit final. On ne le redira jamais assez : la chimie du chlore est une chimie de filières dont l'ensemble forme un véritable arbre avec de multiples ramifications. L'étude donne le détail de ces ramifications rassemblées dans la figure ci-dessous. Gardons en mémoire, cependant, les grands emplois :

– **Les matières plastiques** et principalement le PVC, la deuxième matière plastique la plus utilisée dans le monde. Plus de 35 % de la production française de chlore (ce qui correspond à la moyenne européenne) permet d'assurer

la consommation française de PVC que l'on chiffre à 835 000 tonnes par an. L'automobile, le bâtiment, l'emballage, l'agriculture sont les grands bénéficiaires de ce produit qui s'est imposé en raison de ses possibilités illimitées d'emplois. L'adjonction d'additifs permet de lui conférer des propriétés multiples selon les applications (résistance au feu, à la lumière, aux chocs, etc.) Citons aussi parmi les autres matières plastiques issues du chlore, le PVCD (polychlorure de vinylidène), les paraffines chlorées (utilisées comme lubrifiants, plastifiants), le polychloroprène, les polyuréthanes, dont les applications recouvrent de très grands secteurs de l'économie (automobile, ameublement, cuir artificiel, emballages, bâtiment, électroménager, revêtement de sol, équipement de sports professionnels), les polycarbonates (fabrication de disques compacts), le PTFE, polytétrafluoroéthylène plus connu sous le nom de marque «Teflon» que toute ménagère apprécie en raison de son excellente tenue thermique, les résines époxy (pales d'hélicoptère, satellites, colles, peintures), les silicones. On estime à 4 000 le nombre des produits pour la pharmacie, la santé (prothèses médicales), les arts, l'automobile, la construction. Bien d'autres matières plastiques moins connues du public dérivent du chlore, mais retenons au passage que leur fabrication nécessite approximativement 400 000 tonnes de chlore.

– **La javel**, produit universellement connu pour ses propriétés désinfectantes, consomme 40 000 tonnes de chlore pour des grands usages industriels (désinfection et traitement des eaux), pour les applications ménagères (eau de Javel) ou industrielles : elle est utilisée, par exemple, dans la préparation de l'acide ascorbique (vitamine C).

– **Les solvants chlorés**, produits éminemment industriels, entrent dans des applications très diversifiées comme le dégraissage métallique, le nettoyage à sec, l'industrie pharmaceutique (extraction), l'électronique, la chimie, l'imprimerie, les peintures, etc. Cette application consomme 85 000 tonnes de chlore.

– **Les substituts aux CFC (HCFC et HFC)** utilisés dans les aérosols, la climatisation et le froid, les mousses de polyuréthanes et de polystyrène. Le chlore reste un intermédiaire indispensable

CHLORURES MÉTALLIQUES	CHLORURES DE MÉTALLOÏDES	CHLORATES/PERCHLORATES	AUTRES
CHLORURES FERRIQUES FLOCULANTS (TRAITEMENT DE L'EAU) GRAVURE	CHLORURE DE SILICIUM SILICIUM DE HAUTE PURETÉ panneaux solaires conducteurs électriques silice puces	CHLORATE DE SODIUM DIOXYDE DE CHLORE (BLANCHIMENT DE LA PÂTE À PAPIER) HERBICIDE	PHOSGÈNE FIBRES DE CARBONES (MATIÈRES PLASTIQUES)
CHLORURES DE ZINC GALVANISATION	CHLORURES DE PHOSPHORE PLASTIFIANTS STABILISANTS INSECTICIDES HERBICIDES AGROCHIMIE	CHLORATE DE POTASSIUM ALLUMETTES EXPLOSIFS COLORANTS	POLYCARBONATES (MATIÈRES PLASTIQUES) disques compacts biberons pièces optiques visières de cosmonautes boucliers de protection verres de sécurité
CHLORURE D'ALUMINIUM CATALYSEURS PRODUITS AROMATIQUES FLOCULANTS (TRAITEMENT DE L'EAU) RATICIDES	CHLORURES DE SOUFRE COLORANTS INSECTICIDES VULCANISATION DU CAOUTCHOUC PROTECTION VIGNES	PERCHLORATES EXPLOSIFS PROPULSEURS DE FUSÉES PYROTECHNIE	POLYURÉTHANES (MATIÈRES PLASTIQUES) ameublement équipement automobile bâtiment cuir artificiel peintures et vernis ballons de football revêtement de sols
CHLORURE DE MAGNÉSIUM CHIMIE FINE			HYPOCHLORITE DE SODIUM DÉSINFECTION (EAU DE JAVEL) DÉSINFECTION INDUSTRIELLE (PROFESSIONNELLE ET EAU POTABLE) VITAMINE C (SYNTHÈSE)
CHLORURE DE TITANE PIGMENTS (PEINTURES, PLASTIQUES)			ACIDE CHLORYDRIQUE DÉCAPAGE (MÉTAUX) GÉLATINES (PHOTOGRAPHIQUES) AGROALIMENTAIRE CHIMIE FINE
AUTRES CHLORURES MÉTALLIQUES CATALYSEURS			



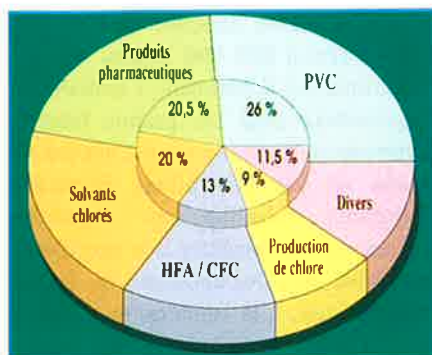


Figure 2 - Répartition des emplois par application.

pour l'obtention de ces produits qui représentent un grand progrès pour la protection de l'environnement.

– **L'acide monochloroacétique** est un intermédiaire de synthèse (obtenu par réaction du chlore sur l'acide acétique) qui entre dans la fabrication de colorants, d'herbicides sélectifs et dans un dérivé de la cellulose dont on trouve les emplois dans le couchage du papier, la pharmacie, l'alimentation, l'industrie textile, les forages pétroliers.

– **Les chlorotoluènes** sont utilisés pour élaborer des insecticides, des médicaments, des peintures, des produits spécifiquement techniques comme les liquides caloporteurs et diélectriques de transformateurs et d'équipements électriques industriels.

– **Les chlorobenzènes** et les dérivés chlorés aromatiques. Ils entrent dans la chimie fine, les polyuréthanes, les solvants, l'agrochimie, les colorants, la pharmacie. L'un d'entre eux est bien connu du grand public : le paradichlorobenzène dont on tire les déodorants et les célèbres boules antimites.

Cette longue énumération difficile à éviter si l'on veut mieux comprendre le rôle du chlore et de ses dérivés montre qu'en fait il n'y a pas un secteur de production dans les industries qui échappent à un degré ou à un autre au chlore. On comprend mieux ainsi les chiffres que l'étude américaine de Charles Rivers révèle [2] : 98 % de l'eau potable, 96 % de la protection des récoltes, 85 % des produits pharmaceutiques, 40 % des produits à usage domestique nous sont apportés par le chlore. On se référera aussi dans l'étude du Syndicat des Halogènes au chapitre consacré aux produits pharmaceutiques. Les chiffres confirment l'article «Chlore et médicaments» publié dans ce présent numéro (voir article J. Gasset, p. 40) : sur 21 principes

actifs nouveaux, mis sur le marché en 1992 en France, 4 sont des molécules nouvelles qui contiennent du chlore. Toutes les grandes classes thérapeutiques sont concernées, notamment les anti-infectieux, les cardio-vasculaires, les diurétiques, les thérapeutiques digestives, les analgésiques, les psychotropes et les neuroleptiques.

A elles seules, ces classes de médicaments représentent 60 % du marché pharmaceutique en France. Quand on aura dit que, à l'intérieur de ces classes, on trouve les produits très courants, tels que le Di-Antalvic, le Témesta, le Prozac, le Tranxène, l'Urbanyl, le Valium, l'Indocid, le Voltarène, le Lipanthyl ou le très répandu Synthol, on comprendra l'importance du chlore pour ce secteur.

Plus de 200 000 emplois en France

Le dernier volet de l'étude «L'importance du chlore dans l'économie française» s'intéresse tout naturellement à l'emploi (figure 2). Ne nous trompons pas ; il ne s'agit pas de conditionner l'existence d'emplois salariés à l'utilisation de chlore ou de dérivés chlorés, mais de montrer qu'il y a bien une corrélation à établir entre des pratiques industrielles génératrices d'emplois et l'usage de substances et dérivés chlorés qui autorisent ces pratiques.

Ainsi, on a recensé, en 1994, environ **200 000 emplois** directs dans la filière chlore et dérivés. **20 000 entreprises**, aujourd'hui, à travers toute la France, produisent ou utilisent du chlore ou des produits dérivés. Comment se répartissent ces métiers sur le plan national, dans les régions, et par marché ?

Sur le plan national, on dénombre, au total en France **202 680 emplois** liés directement à l'industrie du chlore en France. **La filière française du chlore et des dérivés se situe, en termes de métiers, au deuxième rang européen**, après l'Allemagne. En Europe, on estime à plus de 1 200 000 les salariés concernés directement par la filière du chlore.

En régions, plus de 80 % de ces emplois ont pu être identifiés de façon précise : l'étude indique que **20 000 entreprises françaises produisent ou utilisent du chlore ou des produits**

chlorés aujourd'hui. Par le nombre d'emplois directs, les régions Ile-de-France (37 100 emplois) et Rhône-Alpes (26 200 emplois) sont très nettement en tête des régions concernées par l'industrie du chlore. Dans 12 des 22 régions administratives métropolitaines, la filière chlore emploie directement **plus de 5 000 personnes**.

Enfin, en ce qui concerne **les emplois, marché par marché**, on a pu recenser les secteurs suivants :

Le secteur amont de la production et de la 1^{re} transformation du chlore emploie en France 18 140 personnes.

En aval, **quatre grandes activités** se détachent en France :

– Le secteur du **PVC**, matière plastique mondialement utilisée dans le bâtiment, l'emballage, la santé ou l'automobile, représente une activité de 52 950 emplois dans l'hexagone.

– Les applications dans le domaine de la **pharmacie** (par exemple analgésiques, pénicilline...) mobilisent plus de 41 400 personnes.

– L'utilisation des **solvants** (dégraissage métallique, nettoyage à sec, pharmacie, peintures...) constituent une activité de 40 340 emplois.

– Quant à l'activité des **HFA** (substitués aux CFC pour la chaîne du froid, la climatisation, l'isolation...), elle regroupe plus de 6 130 salariés en France.

Enfin, toujours en aval, mais de façon plus disséminée :

– **Les secteurs du chlorate et du chlorite** (blanchiment du papier où l'usage du dioxyde de chlore permet d'obtenir des effluents correspondant aux normes européennes, désherbage, produits phytosanitaires, traitement des eaux...), du perchlorate (carburants pour fusées...), du phytosanitaire, du brome, du chlorure ferrique (traitement des eaux), mais aussi les activités du stockage et du transport du chlore sont pourvoyeurs chacun d'un nombre d'emplois compris entre 2 400 et 3 600.

– **Les coagulants et flocculants** (traitement des eaux), l'eau de Javel, les silicofluorures (produits utilisés dans l'aéronautique, la médecine, la construction...) et le PTFE (anti-adhésif pour ustensiles de cuisine) induisent respectivement le travail de 500 à 1 200 personnes environ.

«L'importance du chlore et de ses dérivés dans l'économie française» est

une étude de terrain à laquelle ont été associés tous les représentants des secteurs professionnels concernés. Elle apporte un éclairage qui permet de mieux mesurer sur les plans qualitatif et quantitatif, l'importance du débat et des enjeux. De cette étude, on retiendra que le chlore et ses dérivés sont étroitement associés au savoir-faire et aux pratiques d'une solide tradition industrielle. Boire de l'eau pure, se soigner, bénéficier d'une alimentation saine et bien conditionnée sont des atouts dont nous profitons à chaque instant, dans tous les faits et gestes bien banals de la vie quotidienne et ceci en toute tranquillité. C'est aussi la conclusion que nous apporte cette étude.

Références

- [1] J.-P. Detournay (Solvay),
Tendances actuelles et futures de la production du chlore de la soude caustique et des dérivés chlorés (3e Séminaire technique Euro Chlor, Paris 1993.
- [2] C. Rivers, Chlorine Chemistry and the US Economy, 1993.

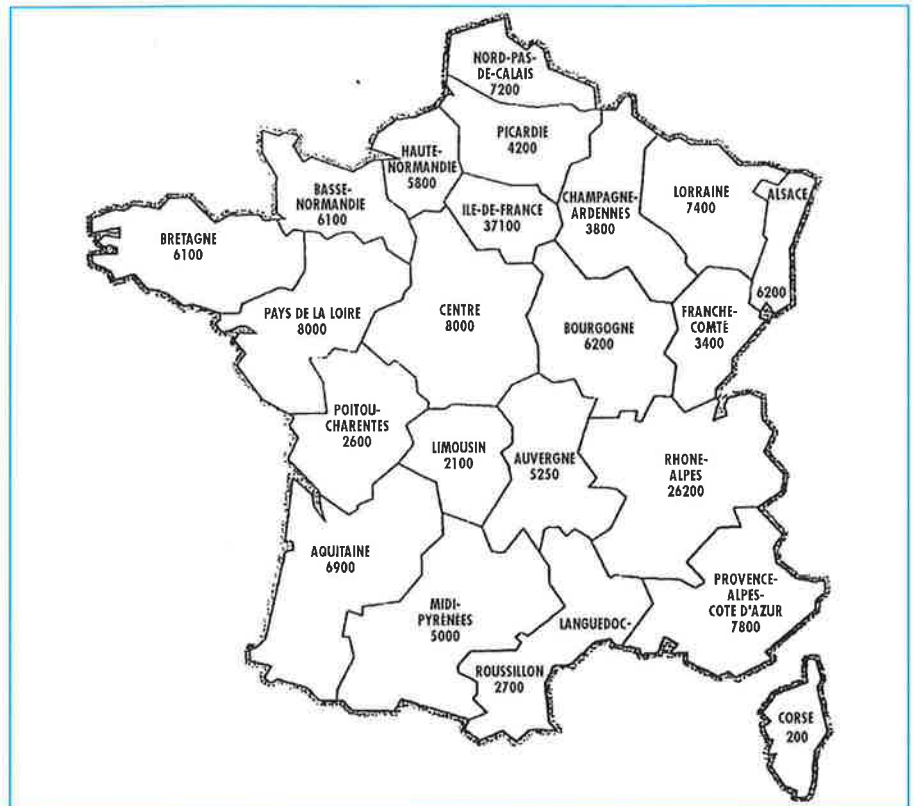


Figure 3 - Répartition géographique des emplois de l'ensemble de la filière du chlore. Total des emplois : 202 678. Emplois localisés précisément dans les régions : 166 050. Emplois non affectables géographiquement : 36 628.



CENTRE NATIONAL
DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

CNRS Formation

au service de l'Entreprise

du 9 au 13 janvier 1995 à TALENCE (33)

**Formation aux spectrométries
Infrarouge par transformée de Fourier et Raman**

du 16 au 20 janvier et du 6 au 9 février 1995 à LYON (69)

**Formation de la Personne Compétente à la radioprotection.
Option IIA : sources scellées**

du 16 au 20 janvier et du 13 au 16 mars 1995 à LYON (69)

**Formation de la Personne Compétente à la radioprotection.
Option IIB : sources non-scellées**

stage à la carte à SOLAIZE (69)

Application de la spectrométrie d'émission à plasma en analyse

Catalogue, programme et inscriptions :

CNRS Formation

1 place Aristide Briand- 92195 MEUDON Cedex - FRANCE

Téléphone : (33-1) 45 07 56 72 - Télécopie : (33-1) 45 07 59 00