

## Vers la pénurie ? \*

par C. Robbie Robinson,  
(Rédacteur de la revue *Design Engineering*.)

*Les géologues sont de plus en plus préoccupés par la rapidité avec laquelle sont utilisées les ressources non renouvelables de l'écorce terrestre. On a en effet des raisons de craindre que certains minerais ne puissent faire indéfiniment face à la croissance exponentielle de la demande. En outre, il est important, de tenir compte de la quantité d'énergie nécessaire pour extraire certains des matériaux. Les ingénieurs spécialisés dans la production peuvent jouer un rôle appréciable en concevant des procédés permettant l'utilisation plus efficace des matériaux et le maintien au plus bas niveau possible de l'emploi de ceux qui deviennent rares.*

Les ressources naturelles de l'écorce terrestre dont l'industrie dépend pour les métaux et autres matériaux et pour la

plus grande partie de l'énergie consommée, viennent de gisements contenant de six à plus de mille fois la quantité normale des éléments demandés. Ces gisements ont mis si longtemps à se former, même en termes géologiques, qu'ils doivent être considérés comme non renouvelables. Le fer, le cuivre, l'aluminium, le titane, le magnésium, le plomb et le zinc illustrent bien ce fait. La tentation d'exploiter des minerais à concentrations bien inférieures pour pallier l'accroissement exponentiel de la demande se heurte au prix de l'énergie. L'exploitation de tels minerais est donc limitée tant que l'on ne possède pas une forme d'énergie à bon marché.

Pour souligner la concentration de certains métaux importants dans les gisements exploitables, le tableau I compare la quantité moyenne de métal présent dans l'écorce continentale normale, sa masse estimée, la qualité requise pour rendre un gisement exploitable et la meilleure estimation des ressources possibles

Tableau I. Ressources de l'écorce terrestre extérieure et demande en 1970.

Métal	% dans les roches (1) (moyenne)	Tonnes dans 3,5 km ext. (2)	% dans prof. exploit.	Ressources identifiées en t (3)	Demande 1970 en t (4)
Fer	4,65	$7 \times 10^{16}$	25	$3,5 \times 10^{11}$	$4 \times 10^8$
Aluminium	8,05	$12 \times 10^{16}$	23	$3 \times 10^9$	$1,2 \times 10^7$
Titane	0,45	$6,7 \times 10^{15}$	10	$1,2 \times 10^9$	$1,4 \times 10^6$
Nickel	0,0058	$8,7 \times 10^{13}$	1,5	$8,4 \times 10^7$	$6 \times 10^5$
Cuivre	0,0047	$7 \times 10^{13}$	0,4	$3,1 \times 10^8$	$6 \times 10^6$
Zinc	0,0083	$1,3 \times 10^{14}$	4,0	$1,5 \times 10^9$	$5 \times 10^6$
Plomb	0,0016	$2,4 \times 10^{13}$	4,0	$1,3 \times 10^8$	$3,3 \times 10^6$

(1) Vinogradov A.P., *Geokhemiya*, 1962, 555, sauf carbone.

(2) La base du calcul est la suivante : surface des continents + plateau continental =  $160 \times 10^6$  km<sup>2</sup> ; écorce extérieure calculée avec une profondeur de 3,5 km ; densité supposée 2,67 g cm<sup>-3</sup> ; masse totale approximativement  $1,5 \times 10^{18}$  tonnes.

(3) Nations Unies, *Survey of World Iron Ore Resources 1970* (Étude des ressources mondiales en minerai de fer 1970) (minerai de fer, avec moyenne supposée de 45 % Fe).

Étude géologique américaine, *United States Mineral Resources* (Les ressources minérales des États-Unis), Prof. Paper 802 1973 (Métaux et fluor, les chiffres figurant dans cette colonne ont trait à des «gisements de minerai spécifiques et identifiés, dont l'étendue et la qualité peuvent ou non être évaluées et dont le contenu en minerai peut ou non être rentable avec la technologie moderne et dans les conditions économiques actuelles». Les chiffres donnés pour les ressources hypothétiques et les ressources récupérables ne sont pas inclus).

UK Inst. Fuel, Energy for the Future 1973 (L'énergie pour l'avenir, 1973) (carbone calculé à partir des équivalents en pétrole pour le charbon et le gaz et sur l'hypothèse de 84 % C dans le pétrole).

(4) Institute of Geological Sciences, Mineral Resources Division.

\* *De Spectrum* 151.

au niveau de cette qualité (ou au-dessus). Il convient de souligner que les estimations utilisées n'ont pas trait aux réserves prouvées mais visent à fournir des chiffres généraux, calculés d'après des déductions géologiques basées sur des estimations connues. La comparaison entre les ressources exploitables indiquées et les quantités d'éléments contenues dans chaque colonne montre la faible proportion de chaque élément dans la forme concentrée.

Bien que les ressources en métaux et autres éléments utiles contenus dans les gisements concentrés ne soient pas indéfinies, il n'existe pas de technologie capable de permettre l'exploitation des petites quantités de métal utile dans les roches ordinaires. Toutefois, dans le cas de certains métaux, on pourrait considérablement accroître l'approvisionnement en acceptant des qualités inférieures comme dignes d'être exploitées (bien que cela exigerait une consommation supplémentaire d'énergie, ne pourrait être accompli qu'à des coûts plus élevés et en causant parfois de plus grands dommages à l'environnement). Le fer, le cuivre, le molybdène, le chrome et, sans doute, le nickel, appartiennent à cette catégorie. Des sources plus coûteuses pourraient aussi probablement être exploitées dans le cas d'une autre catégorie de gisements comme par exemple ceux d'aluminium et de fluor.

Il existe de bonnes raisons de se montrer inquiet pour l'avenir de certains mine-

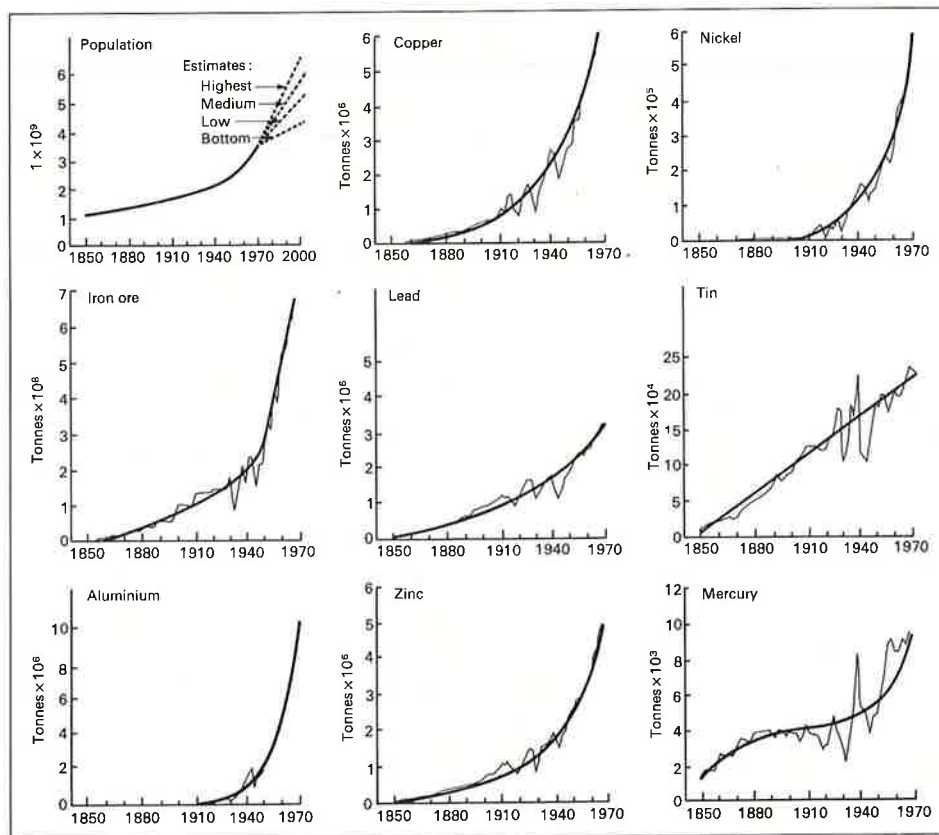
rais qui doivent satisfaire à une augmentation continue et exponentielle de la demande ; ces minerais comprennent notamment l'argent, le plomb, le zinc, le mercure, le cadmium, l'étain, le tungstène, l'antimoine et le cobalt.

Des études faites récemment des deux côtés de l'Atlantique et les conférences organisées sur la question ont surtout été consacrées aux mesures que l'on pourrait prendre, dans le domaine de l'ingénierie, pour utiliser au mieux les matériaux afin de réduire les demandes les plus critiques. Le rapport définitif de la Commission nationale des États-Unis sur la politique concernant les matériaux (National Commission on Materials Policy : NCMP) et la Conférence du Royaume-Uni sur la conservation des matériaux, tenue à l'Établissement de recherches sur l'énergie atomique de Harwell en mars 1974, ont souligné avec force le rôle important que pourra jouer l'ingénieur de conception et de production au cours des dix prochaines années. On s'accorde généralement à reconnaître que l'accroissement de la production de matières premières n'affecte qu'une seule partie de l'équation approvisionnement-demande et que la conservation des matériaux doit être assurée pendant le processus de conception, principalement de trois manières : premièrement, en donnant la préférence aux matériaux abondants ; deuxièmement, en utilisant plutôt des matériaux renouvelables et recyclables ; et troisièmement, en prolongeant l'existence des ressources par une utilisation rationnelle.

L'étude du NCMP recommande l'adoption de sept mesures au niveau de la conception résumées dans le tableau II. Celle qui touche au remplacement de matériaux mérite une attention particulière. Le remplacement de matériaux rares par des matériaux plus abondants au cours des dix prochaines années, résoudrait-elle un grand nombre des problèmes causés par la pénurie de certains d'entre eux, ou est-ce là une conclusion erronée qui doit être reconnue comme telle et écartée ? Il est malheureusement impossible de répondre d'une

**Tableau II. Les sept facteurs susceptibles d'améliorer la conservation des matériaux**

- Simplification : pour éliminer une variété inutile
- Miniaturisation : lorsque les dimensions ne sont pas critiques
- Sélection des matériaux : pour réduire l'usure et la corrosion
- Substitution de matériaux : pour réduire le coût total
- Conception des composants et assemblages : visant à permettre leur recyclage
- Moulage, forgeage, emboutissage : réduction des matériaux et de la main-d'œuvre
- Spécification des contrôles de qualité et des essais non destructifs : pour minimiser les imperfections.



**Production mondiale de certains métaux clés pendant les cent dernières années par rapport à la croissance de la population mondiale.**

manière positive à cette question ou aux questions du même genre soulevées par les six autres recommandations.

Le remplacement des matériaux n'est pas un concept nouveau pour les spécialistes de la conception, en particulier les ingénieurs expérimentés qui ont dû se contenter de toutes sortes de matériaux de substitutions pendant la guerre. Mais, même en temps de paix, ces ingénieurs possèdent toutes les connaissances nécessaires pour envisager des substitutions fondées sur des raisons économiques ou susceptibles de répondre à des exigences spéciales, telle la nécessité de réduire au minimum le poids en aéronautique. Le remplacement courant des métaux par des plastiques et céramiques à une époque où les matériaux étaient abondants montre bien que l'ingénieur a généralement recours aux meilleurs matériaux possibles, compte tenu des coûts.

Les prévisions des pénuries de matériaux au cours des dix prochaines années donnent lieu à réflexion. Le matériau, le meilleur marché au départ, peut bien ne pas être celui qui convient le mieux pour un certain projet. Les plus importants facteurs à considérer peuvent être parmi les huit mentionnés ci-après :

- La disponibilité sûre des matières premières,
- La source des matières premières (considérée dans le contexte de la balance des paiements),
- La vie utile du matériau de substitution,
- La possibilité de recycler les matériaux pour les mêmes applications ou d'autres applications,
- La quantité d'énergie nécessaire pour les substitués et le recyclage des matériaux,
- Le poids ou le volume du matériau de substitution,
- La sûreté de l'information sur la performance des matériaux de substitution,
- L'impact du raffinage, de la production, de l'usage et du recyclage des matériaux sur l'environnement.

#### La personne la mieux qualifiée

L'ingénieur peut renoncer à examiner des exigences parfois opposées et laisser le choix des matériaux à l'organisation chargée de les acheter ou au gouvernement. Mais c'est là aller de mal en pis, car l'ingénieur est la personne la mieux qualifiée pour prendre la décision technique nécessaire, à condition, bien entendu, d'avoir à sa disposition toute l'information requise sur les données non techniques aussi bien que techniques.

On peut citer comme un bon exemple d'une initiative avisée la mise au point d'une importante famille de caoutchoucs synthétiques pendant la seconde guerre mondiale et dans les années suivantes. Ces produits ont des propriétés supérieures et permettent d'assurer plus des trois

quarts des besoins du monde. Sans pneus synthétiques, le trafic routier du monde entier s'arrêterait bien vite.

L'un des problèmes qui gênent le plus l'adoption de produits de substitution est le manque d'informations sur les propriétés physiques de la plupart des matériaux. Il existe un besoin urgent de bien caractériser les matériaux abondants sur la base des applications mécaniques qui exigent que l'on tienne compte de la fatigue, de la corrosion, de l'usure, de l'impact et du fluage. La documentation technique des fournisseurs donne relativement peu de renseignements sur la manière dont les matériaux se comportent à ces égards. Il convient donc d'améliorer les méthodes d'essais non destructifs et de procéder à des applications plus précises des techniques utilisées dans ces essais.

#### Le recyclage

Il existe une interaction étroite entre la substitution des matériaux et la possibilité de leur recyclage. Par exemple, l'utilisation des produits synthétiques et la substitution de matériaux plus légers dans la construction des véhicules routiers augmenteront considérablement à mesure que les ingénieurs découvriront des moyens de récupérer les pièces fabriquées avec des matériaux de substitution dans les structures de métal, afin de les recycler.

Déjà la conception des boîtes à bière, entièrement en aluminium, permet de recycler indéfiniment ces boîtes et chaque cycle ne demande que 20 % de l'énergie nécessaire pour une nouvelle boîte. L'exemple montre bien l'énorme quantité d'énergie utilisée pour produire un matériau brut ou fini.

Toutes les observations faites jusqu'ici semblent donner à la question de la substitution des matériaux moins d'importance qu'à celle de la conservation des matériaux rares. Nous pouvons prévoir néanmoins que le concept de la substitution fera l'objet d'un intérêt toujours croissant malgré les obstacles de caractère non technique qui ont été mentionnés. Déjà les céramiques et les polymères sont davantage utilisés comme substitués ; les matériaux laminés composites ou organiques, incorporés entre les feuilles de métal, sont introduits dans les produits de consommation et les matériaux synthétiques sont de plus en plus employés dans l'industrie du bâtiment, malgré des règlements archaïques. Les métaux recouverts de minces revêtements d'un matériau rare remplaceront sans doute les feuilles de métal pleines à fort alliage et des techniques d'incorporation des matériaux rares seront utilisées pour réduire la quantité et l'usure de ces matériaux.

Dans deux études récentes sur la science des matériaux, les ingénieurs ont été invités à travailler étroitement avec les ingénieurs spécialisés dans les matériaux et les procédés pour :

- prendre l'habitude de considérer « tout le cycle » d'un matériau,
- utiliser une approche interdisciplinaire pour le meilleur emploi possible des matériaux,
- encourager les universités à donner ces habitudes à leurs étudiants,
- promouvoir un plus grand intérêt pour une connaissance approfondie des matériaux.

Les sociétés professionnelles d'ingénieurs et de scientifiques et les journaux d'ingénierie peuvent jouer un rôle important en encourageant ces objectifs, en faisant connaître les substitués qui se sont révélés satisfaisants et en encourageant une éthique de conservation parmi les professionnels et le public. Tout cela contribuera à accélérer le recours aux substitutions et à assurer la meilleure économie possible dans l'utilisation des matériaux, ce qui est nécessaire si nous voulons continuer à avoir à notre disposition les produits dont nous avons besoin pour la croissance et même la survie de nos sociétés. Il est clair que nous en avons maintenant dans une ère où l'ingénieur devra être conscient non seulement des caractéristiques de tous les produits mais aussi de leur valeur.

#### L'Économie industrielle de la chimie

Sous l'égide de l'ADEFI (Association pour le Développement des Études sur la Firme et l'Industrie), l'ERFI (Equipe de Recherche sur la Firme et l'Industrie, Université de Montpellier) a organisé un colloque sur l'économie industrielle de la chimie, qui s'est déroulé les 9 et 10 décembre 1977, dans les locaux de la Faculté de Droit et de Sciences Économiques de Montpellier. La plupart des équipes et centres de recherche universitaires spécialisées dans ce problème étaient présents : d'aucuns représentaient des Centres de Recherche (CRID - IREP de Grenoble, CREIGI de Paris I, Equipe de Gestion et d'Économie Industrielle de Metz, Groupe de Recherches sur les Conditions de Travail de Lyon, ERFI, CRIG, Centre de Productivité et GRESE des Universités de Montpellier I, II et III), d'autres des institutions (OREAM Lorraine et Rhône-Alpes, INSEE, Crédit National, Associations Université Industrie du Languedoc-Roussillon, Union des Industries Chimiques, UER de Chimie de Montpellier II et de Marseille Saint-Charles, École de Chimie de Montpellier, etc...).

Après l'allocution d'accueil du Doyen Ousset, Hubert Sales (Paris X) présenta

ses recherches sur l'histoire des entreprises chimiques américaines de 1900 à 1950 (surtout Allied Chemical et Du Pont de Nemours). La discussion qui suivit porta notamment sur les problèmes d'accès aux sources, (en matière de politique de prix, ou sur des années plus récentes) d'interprétation des stratégies de ces firmes (en particulier en Europe), sur leur caractère collusif ou non (en matière d'achat, de détention et de rétention de brevets) sur l'importance de la personnalité des dirigeants dans le choix des axes stratégiques.

Vinrent ensuite trois communications très complémentaires axées sur trois régions françaises : Chimie Lorraine (présentée par MM. Gousty et Poisse, Université de Metz), Rhône-Alpes (Martinon, OREAM), Façade Méditerranéenne (Combettes, ERFI de Montpellier). Exposés et discussions portèrent essentiellement sur les points suivants, qui allaient désormais se prolonger en filigrane jusqu'à la fin du colloque :

- Peut-on parler de politique régionale de la chimie ? Y a-t-il cohérence régionale notamment ?
- Quelle est l'importance respective des groupes et des États dans les localisations ?
- Quel est le rôle de la division internationale du travail ?
- Quelle logique sous-tend les structurations qui s'établissent : le marché, la rentabilisation du capital, la volonté d'être présent à tout prix, d'accéder à certaines filières ?
- Quelle est la part respective des chimistes et des non chimistes (pétroliers notamment) ?
- Quelles sont les forces et les faiblesses de l'industrie chimique française ?
- Peut-on parler de complémentarités entre les régions citées ?

Ces discussions, longues et parfois passionnées, introduisaient logiquement les interventions suivantes. Pierre Maurel (CRIG Montpellier), tout d'abord, soulignait la faiblesse de la démarche néo-classique, en montrant que la théorie des barrières à l'entrée n'avait qu'un très faible pouvoir prédictif : là où les barrières étaient a priori élevées, voire dissuasives, on constatait de fortes pénétrations, dont il fallait chercher l'explication ailleurs. Cette opinion était largement confirmée par l'auditoire ; on objectait toutefois une sous-estimation du rôle des prix, des termes de l'échange, de la pénétration étrangère, enfin, de la division internationale du capital. Cette communication était prolongée par celle de M. Balaguer (ERFI Montpellier) sur l'analyse des engagements et désengagements dans le secteur des peintures et vernis ; il est apparu que, faute d'une réelle analyse des filières technologiques et commerciales, les firmes entrantes se sont heurtées à des déconvenues, les per-

formances réalisées n'étant pas celles qui avaient été souhaitées, sans dégager pour autant d'autres synergies au sein des groupes. D'où, après une vague de pénétration, l'annonce d'un reflux.

La troisième demi-journée fut consacrée aux trois dernières communications. M. Camus (CEREI, Paris I) présenta les stratégies internationales des trois grands chimistes allemands. Toutes les questions soulevées lors de la première journée trouvaient ici l'occasion de resurgir, d'autant que l'intervenant présenta les aspects concrets de cette stratégie, tant au plan technologique, que financier et commercial. En particulier fut évoqué le problème des différences de compétitivité, du choix des pays d'accueil, des rapports entre filiales et maison-mère, des axes majeurs de pénétration. Ensuite, l'équipe de Metz (Balter, Gousty) présenta une étude sur les possibilités d'utilisation de l'hydrogène pour la fabrication d'acier. L'exposé porta sur les modalités techniques de cette pénétration en aval de filière, et ses possibilités économiques, au regard des perspectives d'évolution du coût des différentes consommations intermédiaires (énergie, ferraille). L'analyse

mit en évidence la faible probabilité d'une application immédiate et intégrale de ce nouveau procédé, bien que techniquement plus efficient, sauf modifications majeures des coûts relatifs.

La communication de M. Monateri (CRID, Grenoble) et sa discussion consacrée aux perspectives de l'industrie chimique sur la façade sud de la Méditerranée donna à nouveau aux participants l'occasion de soulever les questions majeures qui avaient été posées tout au long du colloque : quelles sont les perspectives de la chimie mondiale dans la division internationale du travail ? Quelles sont les chances de la chimie française ? Y a-t-il réelle complémentarité entre les pôles régionaux de cette chimie.

Ce colloque a ainsi pu mettre en évidence l'intérêt de l'approche pluridisciplinaire des travaux d'économie industrielle dans l'importante branche de la chimie. Il a aussi fait apparaître la nécessité de rencontres entre les universitaires et les professionnels en raison du caractère complémentaire de leurs apports respectifs, pour une meilleure connaissance des structures et des stratégies industrielles.

### Puissance électronucléaire installée dans le monde

Nous donnons, ci-dessous, la puissance électronucléaire installée dans le monde, au 31 décembre 1977.

Pays	Puissance électrique nette en MWe	Nombre de réacteurs
Allemagne Démocratique	1 294	4
Allemagne Fédérale	7 022	14
Argentine	319	1
Belgique	1 665	4
Bulgarie	810	2
Canada	4 026	9
Corée du Sud	564	1
États-Unis	47 741	69
Espagne	1 073	3
Finlande	420	1
France	4 684	12
Inde	607	3
Italie	1 450	4
Japon	9 508	17
Pakistan	128	1
Pays-Bas	495	2
Royaume-Uni	8 156	33
Suède	3 764	6
Suisse	1 021	3
Taiwan	604	1
Tchécoslovaquie	128	1
Union Soviétique	7 435	27
Total (22 pays)	102 895	218*

\* dont 202 réacteurs en exploitation commerciale, et 16 réacteurs ayant réalisé leur première divergence et en cours de mise en service.

## Groupe de L'Air Liquide en 1977

### L'Air Liquide S.A.

En 1977, le chiffre d'affaires hors taxes, non consolidé, de la Société L'Air Liquide, pour l'ensemble de ses établissements en France et hors de France, est estimé à 2.223 millions de francs contre 2.048 millions pour 1976.

Ce chiffre se décompose en : ventes de gaz et divers qui passent de 1.604 millions à 1.813 millions de francs, ventes de biens d'équipement passant de 443 millions à 409 millions de francs.

Il y a lieu de rappeler que les chiffres d'affaires concernant les biens d'équipement varient d'une année sur l'autre en fonction des dates de facturation des grosses unités de production.

### Liquid Air Corporation of North America (Lacna)

Liquid Air Corporation of North America, filiale de L'Air Liquide, a vu son chiffre d'affaires s'élever à 284,495 millions de dollars contre 265,561 en 1976, soit une augmentation de 7 %. Les résultats sont estimés à 19,896 millions de dollars, en diminution par rapport à ceux de 1976 (21,343 millions) à la suite notamment de la dévaluation du dollar canadien par rapport au dollar américain (7,8 % en 1977) ainsi que d'une augmentation des charges financières.

### La Soudure Autogène Française (SAF)

La Soudure Autogène Française a réalisé, en 1977, un chiffre d'affaires estimé à 496,2 millions de francs contre 459,5 millions pour l'année 1976.

Dans ce chiffre, les ventes du Département Soudage sont passées de 426 millions de francs en 1976 à 461 millions de francs en 1977.

### Société Chimique de la Grande Paroisse

Le chiffre d'affaires de la Société Chimique de la Grande Paroisse s'est élevé à 484 millions de francs en 1977, en progression de 8 % sur l'année précédente. Rappelons que la Société produit des engrais azotés simples et complexes qu'elle distribue par son propre réseau commercial ainsi que par des coopératives.

Son Département «Engineering» vend des techniques dans le monde entier ; sa technique de production de gaz riches en hydrogène est du reste complémentaire des techniques propres à L'Air Liquide, son principal actionnaire, dont on connaît l'intérêt qu'il porte à l'hydrogène.

### Société d'Oxygène et d'Acétylène d'Extrême-Orient (S.O.A.E.O.)

Le chiffre d'affaires hors taxes pour la Société d'Oxygène et d'Acétylène d'Ex-

trême-Orient, pour l'année 1977, est estimé à 5,444 millions de francs contre 5,594 millions pour l'année 1976.

Il y a lieu de rappeler que l'ensemble de l'activité de la Société est exercé hors de France principalement par ses filiales dont les plus importantes sont celles de Singapour, de Hong-Kong, de Malaisie.

## Les résultats de Hoechst en 1977

L'exercice 1977 a été décevant pour une grande partie de l'économie allemande. Les espoirs nourris en début d'année ne se sont pas réalisés. Malgré la bonne conjoncture dont ont bénéficié un certain nombre de pays, l'évolution dans son ensemble n'a pas été satisfaisante sur le plan mondial.

1977 n'a pas été une année facile, ni pour l'industrie chimique ni pour Hoechst. Des modifications considérables des cours de change ont renchéri les produits Hoechst à l'étranger et grevé les exportations. Pour ne pas perdre d'importants marchés, la société a dû accepter des réductions de prix sensibles. Sur le marché intérieur également, la concurrence est devenue plus sévère.

Selon les calculs provisoires, le chiffre d'affaires mondial consolidé du Groupe s'établit à 23,3 milliards de DM ; il est inférieur de près de 1 % à celui de 1976. Durant le dernier trimestre 1977, le Groupe a pu améliorer son chiffre d'affaires par rapport aux mois précédents. Cela est dû, il est vrai, presque exclusivement à une augmentation des ventes sur les marchés étrangers, notamment en Asie et en Europe de l'Est où la progression a été satisfaisante.

Favorisée par la bonne situation conjoncturelle de l'industrie automobile, la marche des affaires a été satisfaisante dans le secteur des peintures et vernis. L'accroissement du chiffre d'affaires a également été notable pour les plaques d'impression de la Division Reprographie. Les herbicides nouvellement mis au point ont permis d'augmenter sensiblement les ventes de produits phytosanitaires. En revanche, les matières plastiques et les produits chimiques organiques ont marqué une régression. La situation continue d'être difficile dans le secteur des fibres où l'utilisation des capacités de production demeure insuffisante. En outre, la pression exercée sur les prix des matières plastiques, des produits chimiques organiques et des fibres a été considérable.

La société a redoublé d'efforts pour venir à bout des difficultés sur les marchés allemands et étrangers et pour épuiser toutes les possibilités de réduction des coûts. Elle n'a cependant pas pu éviter des pertes de rendement sensibles. A noter toutefois que les chiffres définitifs pour le Groupe ne sont pas encore établis. Pendant les derniers mois de l'exercice 1977, les capacités de production de

Hoechst AG en RFA n'ont été utilisées en moyenne qu'à 70 %. Les stocks ont été légèrement réduits.

La situation ne s'est pas modifiée au cours des premiers mois de l'année 1978. La chute alarmante du cours du dollar a encore aggravé la situation déjà difficile sur les marchés à l'étranger. La pression exercée sur les prix de nombreux produits persiste et l'utilisation des capacités de production demeure insuffisante. Le chiffre d'affaires de Hoechst AG seule a atteint 9.456 millions de DM, en diminution de 2 % par rapport à 1976 (9.653 millions de DM). Le taux d'exportation est passé de 50,5 % en 1976 à 50,9 % en 1977.

## Du Pont en 1977

L'année 1977 a été bonne pour Du Pont sans être entièrement satisfaisante. Selon le rapport annuel de la Société, le chiffre d'affaires et les bénéfices se sont améliorés par rapport à 1976 et les résultats obtenus ont excédé, en général, ceux de l'industrie chimique aux États-Unis. Cependant, les marges bénéficiaires ont été loin d'atteindre un niveau acceptable.

Le chiffre de vente consolidé s'est élevé à 9.435 millions de dollars, 13 pour cent de plus que l'année précédente, et le bénéfice net à 545 millions de dollars pour l'année. L'amélioration du chiffre de vente et des bénéfices est principalement imputable à un accroissement du volume des livraisons, de huit pour cent. La moyenne des prix de vente dépasse de quatre pour cent celle de 1976.

Les activités internationales de la société constituent 27 pour cent des ventes globales et se sont sensiblement améliorées au cours de l'année. En Europe, le chiffre de vente de Du Pont et de ses filiales européennes a atteint 1.183 millions de dollars soit neuf pour cent d'augmentation. Les produits chimiques, matières plastiques et spécialités se sont trouvés en bonne position mais les fibres ont accusé, en Europe, une nouvelle perte pour 1977. Le total des investissements en Europe s'est élevé de six pour cent.

Les activités de la société relatives aux matières plastiques et aux spécialités (comprenant les produits phytosanitaires et pharmaceutiques, les revêtements, l'électronique, les instruments et les produits destinés à l'impression) participent actuellement pour plus de la moitié à l'ensemble des bénéfices réalisés par la société. Ces produits devraient continuer sur leur lancée ces prochaines années et assurer la majeure partie des bénéfices. En général, le domaine des fibres textiles est toujours en difficulté ; l'offre et la demande pour les fibres non cellulose destinées à l'habillement ne devraient pas atteindre un équilibre raisonnable sur le plan mondial, avant 1980. MM. Irving S. Shapiro, Président du Conseil d'Administration de Du Pont et

Edward R. Kane, Président, estiment que 1978 sera «une année relativement bonne pour Du Pont». Dans la perspective actuelle, Du Pont consacrera annuellement près d'un milliard de dollars, dans les trois prochaines années, pour agrandir et améliorer ses usines. En 1977, les dépenses d'investissement ont atteint près de 800 millions de dollars.

## Shell Française en 1977

Pour l'ensemble de l'année 1977, le tonnage de pétrole brut traité par les quatre raffineries (les trois raffineries de Berre, Petit-Couronne, Pauillac, appartenant à Shell Française et la raffinerie de Reichstett Vendenheim, appartenant à la Compagnie Rhénane de Raffinage) a été de 22,4 millions de tonnes, contre 23,1 millions de tonnes en 1976.

Les traitements effectués en 1977 pour le compte de Shell Française, déduction faite des tonnages des autres participants de la C.R.R. et des traitements à façon, s'élevèrent à 18,8 millions de tonnes contre 20,8 millions en 1976.

L'excédent de capacité de distillation a été maintenu «sous cocon», à l'exception d'une unité à Berre (distillation n° 2), remise en service en cours d'année pour assurer la continuité de marche de l'usine pendant l'arrêt d'entretien de la distillation n° 3 et pour traiter à façon pour le compte de sociétés du Groupe Shell, environ 1 million de tonnes de brut.

À Petit-Couronne, les travaux d'extension de l'unité de production d'huiles paraffiniques à haut indice de viscosité se sont achevés en mars 1977. La première phase de cette unité, dont un accident avait provoqué l'arrêt fin 1976, a été remise en route en septembre 1977.

Dans l'ensemble, le fonctionnement des raffineries en 1977 a été satisfaisant.

Les économies d'énergie réalisées en 1977, par référence à la situation de 1973, sont du même ordre de grandeur qu'en 1976. L'achèvement d'importants investissements visant à améliorer les équipements (notamment à augmenter le rendement des fours) permettra prochainement de progresser à nouveau dans le sens d'une réduction des consommations.

Sous la supervision de la direction «Équipement Raffinage» de Shell Française sont actuellement en cours de réalisation :

- à Berre, l'adaptation de l'unité de distillation n° 1 au fonctionnement en viscoréducteur : les travaux seront prochainement achevés ;

- à Pauillac, la construction d'une unité de désasphaltage au butane des résidus lourds, pour la préparation de matière de charge pour le cracking catalytique : la mise en service est prévue durant le troisième trimestre 1978.

La Direction Équipement suit aussi la réalisation d'installations pour le compte de Shell Chimie, dont on connaît l'important programme d'investissement engagé à Berre.

Mentionnons à ce titre la construction d'une unité de fabrication de polypropylène qui doit s'achever à l'automne 1978 et le lancement des études concernant l'installation de fabrication de chlorure de polyvinyle ainsi que l'ensemble constitué par le nouveau vapocraqueur et ses installations annexes, pour lequel les travaux de préparation du terrain viennent de débiter.

Le chiffre d'affaires 1977 de Shell Chimie s'établit à 1 811 millions de francs, marquant ainsi une progression de + 11 % par rapport à 1976. Cette progression se décompose en :

- + 8,7 % pour les ventes sur le marché intérieur,

- + 17 % pour les ventes à l'exportation.

Cette différence dans les taux d'accroissement enregistrés sur les marchés français et étrangers reflète bien la conjoncture observée en France en 1977 pour l'ensemble du secteur des industries chimiques, où une certaine reprise ne s'est manifestée que grâce au rythme soutenu des exportations.

Pratiquement tous les groupes de produits ont contribué à la progression du chiffre d'affaires mais plus particulièrement les solvants chimiques, les additifs pétroliers, les produits phytosanitaires et les matières plastiques.

L'année 1977 a été marquée par le démarrage à Berre d'une nouvelle unité de production : le polystyrène expansible (ou PSE), d'une capacité de 50 000 t/an.

Il s'y ajoute le démarrage par Agrishell dans la région lyonnaise d'une unité de formulation de produits phytosanitaires.

De plus, Shell Chimie a décidé au milieu de l'année la mise en œuvre d'un important programme d'investissements dans le domaine des produits chimiques de base et des matières plastiques, comprenant, outre l'unité de polypropylène en cours de montage (capacité 70 000 t/an - démarrage fin 1978), la construction d'un vapocraqueur (capacité : 350 000 t/an d'éthylène - démarrage fin 1980) et d'une unité de polychlorure de vinyle (capacité : 145 000 t/an - démarrage fin 1980).

Cette dernière unité sera alimentée en matière première par une usine de chlorure de vinyle monomère construite à Fos dans le cadre d'une association 60 % Shell Chimie - 40 % Produits Chimiques Ugine Kuhlmann.

L'ensemble de ce nouveau programme, qui représente un investissement de l'ordre de 2,5 milliards de francs sur la période 1977-1980, aura pour effet de doubler les actifs industriels de la société d'ici 4 à 5 ans.

## KemaNobel en 1977

Le groupe suédois KemaNobel a, en 1977, augmenté ses ventes de 27 % par rapport à celles de l'année 1976 (2 264 millions de couronnes suédoises contre 1 789 millions). Cependant, le bénéfice réalisé a diminué de 14 millions de couronnes et s'est élevé à 121 millions de couronnes en 1977.

Les investissements ont atteint 215 millions de couronnes, soit 13 millions de plus qu'en 1976.

En Suède, les biens de consommation, le silicium et le polyéthylène basse densité ont contribué à la diminution des bénéfices. Par ailleurs, la filiale Unifos Kemi a vu ses bénéfices fléchir dangereusement. Cependant, les opérations de KemaNobel, réalisées hors de Suède, ont été meilleures.

## Création de CdF Ingénierie

Études Techniques et Réalisations (ETR), société née de la réunion des différents bureaux d'études des Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais, devient aujourd'hui CdF Ingénierie. A ce jour, la répartition du capital est la suivante : Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais : 80 % et Charbonnages de France : 20 %. Le siège social est à Douai, 64 rue des Minimes et les bureaux sont à Lens, 2 route de la Bassée (62) et à Paris, 33 rue de la Baume, 75008.

En 1977, CdF Ingénierie a réalisé un chiffre d'affaires de 62,9 millions de francs, soit une augmentation de plus de 50 % par rapport à 1976. L'activité à l'exportation a été de l'ordre de 20 % de l'activité totale.

Monsieur Jacques Delamarre, Président de CdF Ingénierie, a annoncé que la société porterait son effort sur le développement de ses activités principales tant en France qu'à l'étranger : génie minier, carbonisation, génie hospitalier, architecture et équipements industriels, machines spéciales, traitements des déchets.

CdF Ingénierie a une compétence incontestée dans le domaine de la carbonisation. Elle propose, outre les solutions traditionnelles de carbonisation, des solutions originales constituées par les procédés brevetés du Groupe CdF : fabrication de coke moulé, fabrication du coke électrometallurgique par four tournant, préchauffage, etc. L'appartenance de CdF Ingénierie à un groupe de production disposant de nombreuses cokeries en service lui permet de faire bénéficier le maître d'ouvrage de l'expérience d'exploitation constamment mise à jour et de lui proposer des prestations de formation en usine.

Dans le domaine du traitement des déchets, CdF Ingénierie applique son expérience des problèmes de combustion à la destruction des déchets des collecti-

vités et des industries ; elle met en œuvre divers procédés : incinération par four de type Seghers CEC, fabrication de compost à partir d'ordures ménagères, fabrication d'ordures broyées, et particulièrement le Combor dont elle a la licence exclusive et qui permet la transformation des ordures ménagères en un combustible à bon pouvoir calorifique. A l'exportation, elle est aidée par une implantation d'antennes et de correspondants dans 35 pays et s'appuie sur l'organisation du Groupe CdF.

## Nouvel abrasif De Beers

Un nouvel abrasif au diamant synthétique mis au point par De Beers pour la rectification à sec des carbures de tungstène cémentés permet d'obtenir un taux d'enlèvement de matière beaucoup plus élevé que les grains standards à revêtement métallique.

Ce dernier-né de la gamme d'abrasifs au diamant synthétique De Beers pour liant résinoïde, baptisé CDA-M (Carbide Diamond Abrasive - Multigrain), constitue une extension du principe de la structure mosaïque qui a largement contribué au succès du CDA lancé il y a plus d'un an.

Les grains de CDA-M sont composés de plusieurs fines particules de diamant retenues dans une matrice métallique servant de lien chimique puissant entre le métal et le diamant. La structure globale est consolidée par fusion des surfaces métalliques.

La mise au point du CDA-M par les chercheurs de De Beers représente une innovation importante, la structure composite donnant un abrasif alliant les caractéristiques d'enlèvement de matière des gros grains et les états de surface obtenus avec les abrasifs plus fins. Cette combinaison unique de propriétés élimine le besoin de fabriquer différentes grosseurs de grains, un seul produit pouvant s'adapter à de nombreuses applications de rectification à sec de carbures cémentés.

Les tests effectués dans les centres de recherche et d'applications techniques ont permis de comparer le rendement du CDA-M à celui d'autres abrasifs diamant standards à revêtement de nickel, dans les conditions d'usinage habituellement employées dans l'industrie.

## Nouveaux produits chez Bayer

Bayer présente quatre nouveaux produits :

- Le Jaune <sup>(R)</sup>Levalan N-GLS est un colorant Bayer, homogène, à complexe métallifère monosulfoné 1:2 pour la teinture de la laine et des fibres de polyamide.
- Le bleu foncé <sup>(R)</sup>Astrazon 2R est une nouvelle marque économique de bleu foncé de Bayer AG. On l'utilise pour la teinture des fibres acryliques et modacryliques ainsi que pour les textiles mixtes

en fibres acryliques et laine, fibres celluloses, de polyester et de polyamide.

● Le <sup>(R)</sup>Blankophor 42017 de Bayer est un azureur polyester avec une nuance neutre qui convient également pour <sup>(R)</sup>Qiana.

● L'<sup>(R)</sup>Avolan DR liquide est un dispersant de la société Bayer AG pour la teinture des fibres polyester, triacétate et polyamide avec des colorants dispersés. Ce produit anionique a un degré d'efficacité élevé. On l'utilise non dilué dans des installations de dosage et des stations de produits chimiques à fonctionnement automatique.

Renseignements : Bayer France S.A., 49-51, Quai National, 92806 Puteaux Cedex.

## L'amidure de sodium en grands conditionnements

La Division Produits chimiques de la Degussa de Francfort-sur-le-Main a obtenu une autorisation spéciale pour l'expédition de l'amidure de sodium ( $\text{NaNH}_2$ , environ à 95 %) en grands conditionnements. Ce produit qui ne pouvait être livré jusqu'à présent qu'en conditionnements d'une contenance allant jusqu'à 25 kg est dès à présent à la disposition des grands consommateurs également sous forme de barres de 10 kg qui sont conditionnées dans des fûts à couvercle d'une capacité de 100 kg, dotés d'une fermeture à anneau tendeur. L'amidure de sodium est utilisée dans la synthèse organique pour condensations, amidations et réductions.

## Exxon achète une mine de cuivre au Chili

Exxon et le gouvernement chilien ont conclu un accord pour la prise d'une participation majoritaire, par Exxon, dans le capital de Compania Minera Disputada de Las Condes, société d'importance moyenne propriétaire de la mine de cuivre du même nom.

Exxon a effectué le 1er février un premier versement de près de 86 millions de dollars, correspondant à 87 % du capital de cette compagnie. Diverses modalités ont été prévues pour le paiement des 13 % constituant le solde du capital de l'entreprise.

Le groupe Exxon envisage d'effectuer d'importants investissements pour développer la production de cette société qui est actuellement de l'ordre de 37.000 tonnes de cuivre affiné par an.

## Nouvelles de Rhône-Poulenc

### La recherche dans le Groupe

Pour 1977, le budget de la recherche qui regroupe 7 500 personnes en France

et dans le monde, s'est élevé à 1 022 millions de francs. Il correspond à environ 4,3 % du chiffre d'affaires du Groupe.

Ces chiffres montrent l'importance que Rhône-Poulenc accorde à la fonction recherche et développement.

L'activité de recherche et développement du Groupe se répartit en trois grands domaines d'intérêt avec les pourcentages suivants (budget 77) :

- la biologie pour 40,8 % du budget (santé et phytosanitaire),
- la chimie, pour 30,6 % (chimie fine, chimie minérale, pétrochimie),
- les macromolécules pour 28,6 % (textile, polymères et films).

Le pourcentage du chiffre d'affaires consacré à la recherche varie de façon très importante. Les secteurs qui conduisent à des produits hautement élaborés, tels que la santé ou la chimie fine exigent un effort important et allant jusqu'à 10 % du chiffre d'affaires, alors que la chimie minérale ou la pétrochimie, qui aboutissent à une production importante sur la base d'un petit nombre de procédés bien connus restent au voisinage de 1 à 2 % du chiffre d'affaires de leurs divisions respectives.

L'activité de recherche dans ces trois grands domaines présente, bien évidemment, pour chacun d'eux, une certaine spécificité. Mais un trait commun est la nécessité de spécialiser les fabrications et d'accroître la sélectivité de la recherche industrielle. Il n'est plus possible d'être aujourd'hui sur tous les fronts mais il faut choisir un certain nombre de créneaux où le Groupe peut avoir une présence suffisante. Il devient également indispensable de suivre de très près les progrès de la recherche fondamentale. C'est là une tâche immense et Rhône-Poulenc ne peut rester isolé dans son effort. Il est nécessaire que s'établisse une large collaboration d'organismes scientifiques publics et privés. Dans cet esprit, de très nombreux contacts ont été pris avec des universitaires français ou étrangers ainsi qu'avec des chercheurs des grands organismes de recherche de l'État, tels que l'Institut National de la Recherche Agronomique, le Centre National de la Recherche Scientifique et l'Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale.

Rhône-Poulenc possède huit centres de recherches pluridivisionnaires en France : le Centre Nicolas Grillet à Vitry-sur-Seine (Recherche biologique expérimentale, pharmacie, phytosanitaire, génie médical), le Centre de Recherches des Carrières à Saint-Fons, Rhône (Chimie organique, polymères), le Centre de Recherches de Décines, Rhône, et Recherches techniques de Saint-Fons (Chimie organique, applications, procédés, analyse, environnement), le Centre de Recherches d'Aubervilliers (Chimie minérale et chimie macromoléculaire, procédés), le Centre de Recherches de la Croix-de-Berny

et l'Institut de Biopharmacie à Antony (Chimie appliquée, applications et développement des polymères, recherches et applications agronomiques, et recherches pour l'enregistrement des médicaments), l'Atelier d'applications de Vénissieux, Rhône (mise en œuvre des matières plastiques, diversification dans le domaine médical) et le Centre de recherches techniques de Vitry-sur-Seine (Révision des procédés de fabrication, mise au point de procédés nouveaux).

### La nouvelle unité d'acide acétique

Nous avons annoncé précédemment la décision de Rhône-Poulenc d'investir dans le domaine de l'acide acétique. L'unité sera située à Pardies (Pyrénées-Atlantiques) et possédera une capacité de production de 225.000 t/an. Le procédé de base choisi est celui de Monsanto, sur la carbonylation du méthanol. L'installation reviendra à 500 millions de francs et la mise en service est prévue pour 1980. La capacité mondiale de production de l'acide acétique, en 1977, atteint 3.200.000 t pour une consommation de 2.940.000 t.

film transparent, compositions thermo-plastiques pour moulage, membranes d'osmose, bandes magnétiques, lunetterie...

Acétates solvants : solvants pour plastiques, résines synthétiques et gommages naturelles, utilisés dans la fabrication de peintures, vernis, encres, colles, etc...

Autres dérivés tels que parfums, concentrés d'arômes, esters acéto-acétiques pour produits pharmaceutiques et colorants, stabilisants, accélérateurs de vulcanisation, plastifiants, etc...

Rhône-Poulenc a décidé d'investir dans l'acide acétique pour les raisons suivantes :

1. L'acide acétique et ses dérivés sont un domaine où le Groupe possède déjà d'excellents atouts techniques et commerciaux.
2. La croissance de l'industrie mondiale des produits issus de l'acide acétique a été relativement forte au cours des dernières années.
3. En aval, Rhône-Poulenc est bien placé dans les domaines des produits fabriqués à partir d'acide acétique, avec une position européenne de premier plan et une bonne place au niveau mondial.

Principaux pays producteurs	Capacités t x 10 <sup>6</sup>	Consommation t x 10 <sup>6</sup>
U.S.A.	1,270	1,200
Europe	1,030	0,900
dont R.F.A.	0,300	
G.B.	0,250	
France	0,150	
Japon	0,600	0,540
Reste du Monde (dont filiales de Rhône-Poulenc au Brésil et en Argentine)	0,300	0,300
<b>TOTAL</b>	<b>3,200</b>	<b>2,940</b>

On peut ainsi estimer les **utilisations de l'acide acétique** dans le monde occidental, en 1977 :

- Acétate de vinyle monomère : 41 %
- Anhydride acétique-acétate de cellulose : 19 %
- Esters acétiques : 12 %
- Acide téréphtalique - D.M.T. : 9 %.

Acétate de vinyle : transformé en acétate de polyvinyle, alcool polyvinylique, butyral polyvinylique, résines copolymères, chlorure-acétate de polyvinyle pour les applications suivantes : colles, dispersions aqueuses pour peintures, couchage du papier, adhésifs pour tous matériaux, apprêts textiles, verre de sécurité (pare-brise...), co-polymères (par exemple avec le PVC pour la fabrication de disques).

Acétate de cellulose (Acétol) : filtres celluloseux (filtres à cigarettes), fibre acétate, vernis, revêtements protecteurs (anti-corrosion), film photographique,

4. En amont, la dispersion des fabrications et la présence d'unités passant par l'intermédiaire de l'acétaldéhyde, technique qui va se trouver dépassée, créent pour le Groupe le risque de n'être plus compétitif au terme de quelques années. De plus, la production globale est, dès à présent, insuffisante et une extension des fabrications, sur la base d'un procédé moderne, s'avérerait rapidement indispensable. Le choix s'est porté sur la technique Monsanto.

### Le procédé Monsanto

Il existe actuellement un grand nombre de procédés conduisant à l'acide acétique à partir de matières premières assez diverses : essences légères, éthylène, acétylène, butane, méthanol et oxyde de carbone. Entre eux, de plus en plus, c'est au niveau du choix de ces matières premières que se font les différences de prix de revient. Le procédé Monsanto offre à l'heure actuelle une réelle opportunité en permet-

tant de remplacer l'éthylène, matière première la plus courante aujourd'hui, par le méthanol et l'oxyde de carbone.

Le principe est le suivant : on fait réagir de l'oxyde de carbone sur du méthanol dans un milieu liquide contenant un catalyseur à base de métal précieux (rhodium) et un iodure organique, promoteur de catalyse. Le choix catalyseur-promoteur autorise les conditions de réaction assez douces (moins de 200 °C et une pression inférieure à 50 bar) et confère au procédé une très grande sélectivité, 99 % du méthanol introduit étant converti en acide acétique. Après réaction, l'excès d'oxyde de carbone est séparé ainsi que le catalyseur et l'acide acétique est obtenu, par distillation, sous une forme très pure. Les problèmes de corrosion sont sévères mais ont bien été résolus par l'emploi de matériaux spéciaux.

Cette technique a été largement expérimentée à l'échelle industrielle dans une unité de 170.000 t/an fonctionnant à Texas City, aux U.S.A., depuis 1970. La sélectivité particulière du procédé Monsanto que l'on ne trouve pas toujours dans les autres procédés actuellement employés (Célanèse, BP. Distillers) le rend extrêmement rentable même en regard d'unités classiques déjà amorties. Aussi assiste-t-on à un revirement technique en faveur de ce procédé dans de nombreux pays du monde entier : U.S.A., Grande-Bretagne, Japon, U.R.S.S., pour des unités de taille élevée jusqu'à 270.000 t/an.

### Nouvelle unité de production de colorants métallifères pour PCUK

S'attachant à développer ses points forts, PCUK (Produits Chimiques Ugine Kuhlmann) va augmenter ses moyens de production de colorants métallifères et construire une nouvelle unité de fabrication dans son usine d'Oissel, en Seine-Maritime. L'investissement s'élèvera à 35 millions de francs et l'unité entrera en service à la fin de 1978.

Cette capacité supplémentaire permettra à PCUK de répondre à la demande croissante du marché et d'assurer une bonne compétitivité vis-à-vis de la concurrence étrangère.

Les colorants métallifères possèdent les qualités de haute résistance à la lumière des colorants au chrome classiques, mais leur mise en œuvre supprime totalement la pollution des effluents de teinturerie par les sels de chrome.

Destinés aux articles exigeant des spécifications très sévères, ces colorants sont vendus sous les marques déposées Neutrichrome, Inoderme Extra, Endanil ; leurs applications sont variées : teinture et impression de la laine et des polyamides (habillement, ameublement, automobile), teinture du cuir, coloration dans la masse des fibres polyamides.



Les opérations de synthèse de ces colorants se feront par charge successives discontinues. Les manutentions seront toutes mécanisées et la conduite des appareils sera automatisée. L'enchaînement séquentiel des différentes phases de fabrication sera commandé par un ordinateur. Cette formule a été retenue pour sa grande souplesse d'adaptation à l'évolution de la demande.

La fabrication sera largement intégrée : de la réception des matières premières de base, au conditionnement des colorants prêts à être livrés à la clientèle.

PCUK fabrique et vend la gamme des colorants «Francolor».

### **Économies d'énergie : une nouvelle technologie du Groupe ESSO**

D'importantes économies d'énergie peuvent être réalisées lors des opérations de raffinage de produits pétroliers et de fabrication de produits chimiques dérivés du pétrole, grâce à un procédé mis au point et développé par les sociétés chimiques du groupe ESSO en Europe. Ce procédé met en œuvre une méthode originale de contrôle par simulation, avec l'utilisation d'agents anti-foulants (anti-dépôts dans les canalisations).

Cette méthode permet d'évaluer l'importance des dépôts laissés par les produits en cours de traitement, et de sélectionner les agents anti-foulants présentant les meilleures caractéristiques pour y remédier. Elle tient compte du type de l'unité de traitement, et des paramètres de fabrication telles que la température, la nature des matériaux d'alimentation, la concentration et l'efficacité des anti-foulants. Même dans le cas de dépôts relativement peu importants, cette méthode permet d'obtenir de précieuses informations en très peu de temps.

Dans les opérations comportant des échanges de température, les agents anti-foulants peuvent diminuer la formation de dépôts solides qui, autrement, seraient susceptibles d'entraîner une baisse de rendement des installations pouvant aller jusqu'à 70 %. La température requise peut ainsi être obtenue avec une moindre consommation de fuel. En outre, la capacité des installations peut être utilisée plus complètement et les interruptions de service pour entretien des installations peuvent être plus espacées.

Les agents anti-foulants permettent de réaliser des économies d'énergie, notamment dans les domaines tels que le pré-chauffage du pétrole brut et les fours d'unités de distillation, le réformage catalytique et la désulfuration, le craquage thermique et catalytique, les opérations de fractionnement et chaudières. En ce qui concerne la pétrochimie, les anti-foulants sont utilisés normalement lors des opérations mettant en œuvre des fours à pyrolyse, compresseurs,

chaudières et autres opérations comportant des échanges de température.

Commentant cette technique, M. R.D. Stamphill, Directeur de l'Activité Produits Spéciaux à Essochem Europe, a déclaré que celle-ci constitue une nouvelle étape technologique dans le domaine des économies d'énergie et un progrès considérable en quelques années seulement - les économies pouvant ainsi être réalisées sont de plusieurs fois supérieures au coût des agents anti-foulants mis en œuvre.

### **Complexe d'engrais pour la Yougoslavie**

Ina Commerce de Zagreb (Yougoslavie), agissant pour le compte d'Ina Petrokemija, à Kutina, a confié à Pullman Kellogg (Londres) la réalisation d'un contrat avec Creusot-Loire-Entreprise, pour construire et superviser une unité de 1 350 t/jour d'ammoniac.

Kellogg Continental B.V. d'Amsterdam se chargera de l'unité d'urée de 1 500 t/jour. Ces deux unités font partie du complexe d'engrais qui doit être construit à Ina, près du complexe de Kutina, en Yougoslavie. Le complexe comprendra également une unité d'acide nitrique de 450 t-jour, une unité de nitrate d'ammonium de 500 t-jour, une unité d'acide sulfurique de 1 500 t-jour, une unité d'acide phosphorique de 500 t-jour et des unités d'engrais de 1 050, 1 500 t-jour de monophosphate d'ammonium/azote-phosphate-potassium.

L'ensemble des deux complexes fournira environ 60 % de la consommation qui est prévue en Yougoslavie.

### **Nouvelle usine à Visé dans la province de Liège**

Les sociétés Bayer AG et Owens Corning Fiberglas Corp. ont décidé de s'associer pour former une nouvelle société de droit belge la S.A. BayerOwens Corning Glasswool. Celle-ci installera une usine pour la production de matériaux isolants à base de fibres de verre, dans le parc industriel de Visé.

L'usine représentera un investissement de l'ordre de 1,5 milliard de FB et entraînera la création de 200 emplois nouveaux dans les 2 ans.

Pour la réalisation de ce projet, le bureau de Liège de la société d'ingénierie Coppée-Rust a été chargé d'une mission couvrant une partie importante des études.

La mise en marche est prévue fin 1979.

### **Résultats des études sur les effets du styrène monomère sur les animaux**

Le Groupe d'Étude pour le Conditionnement Moderne (GECOM) fait part des

conclusions définitives des études, menées sous la direction du Professeur C. Maltoni à l'Institut de cancérologie de Bologne, sur les effets à long terme du styrène monomère sur des animaux :

Le programme d'essais biologiques à long terme sur le styrène, mandaté par plusieurs sociétés européennes et japonaises, a commencé il y a près de trois ans.

Les expériences prévues par le projet initial ont été accomplies sur des rats traités par inhalation (expérience BT 101) et par ingestion (expérience BT 102).

En outre, le Centre du Cancer de Bologne a commencé au même moment deux autres expériences concernant les effets du styrène sur les rats, l'une par injection endopéritonéale (expérience BT 103) et l'autre par injection sous-cutanée (expérience BT 104).

Les quatre séries d'expériences sont terminées et l'examen complet des données biologiques et histopathologiques a été effectué.

Dans les conditions d'expérience, le styrène, qu'il soit administré par inhalation, par ingestion ou par injection, n'a montré aucun effet sur la survie ni sur le poids des animaux.

En ce qui concerne les néoplasmes, on a pu observer une grande variété de tumeurs, aussi bien dans les groupes traités que dans les groupes-témoins. Elles comprenaient des tumeurs mammaires (fibroadénomes et fibromes, carcinomes, sarcomes et carcinosarcomes), des carcinomes des glandes de Zymbal, des acanthomes et des papillomes de l'estomac des carcinomes de l'utérus, plus d'autres tumeurs diverses.

Après examen des résultats des quatre séries d'expériences, on peut faire l'analyse suivante :

1) A notre avis il n'y a pas de différences significatives entre la fréquence des tumeurs observées dans les groupes traités et dans les groupes-témoins.

2) On a remarqué un léger accroissement du nombre des tumeurs mammaires, ainsi qu'une réduction modérée de la période de latence, parmi les animaux traités au styrène par inhalation, mais sans relation entre la dose et l'effet. On doit cependant souligner que, dans la population de rats utilisés, la fréquence des tumeurs mammaires est relativement élevée, que l'on observe couramment des variations de cette fréquence d'un groupe à l'autre et que les résultats de nos autres expériences ne permettent pas d'établir une corrélation entre l'exposition au styrène et les tumeurs mammaires.

L'évaluation statistique est en cours.

De son côté, la Manufacturing Chemist Association (U.S.A.) vient de faire connaître les résultats de deux séries d'expérimentations confiées à Dow Chemical sur la tératogenèse et la cancérogenèse du styrène inhalé. D'après les informations

parvenues il est possible de formuler les premières conclusions suivantes :

● Des femelles de rats et de lapins ont été soumises, durant la gestation, à l'inhalation de vapeurs de styrène à des concentrations de zéro, 300 et 600 parties par million (ppm).

Les chercheurs ne constatent aucun effet embryotoxique ni foetotoxique chez le rat et le lapin inhalant 300 ou 600 ppm de styrène.

Si l'on note quelques effets sur les rates (réduction du gain de poids, diminution de la consommation de nourriture, augmentation de la consommation d'eau), ces changements ne sont pas observés chez les lapines.

Aucun effet tératogène n'a pu être mis en évidence chez ces deux espèces animales soumises à l'inhalation du styrène.

● La seconde étude porte sur l'inhalation par des rats mâles et femelles de vapeurs de styrène à des concentrations de zéro, 600 et 1 000 ppm, six heures par jour, cinq jours par semaine. L'expérimentation a duré 24 mois et les rats ont été exposés pendant la plus grande partie de leur vie.

Il faut noter que de nombreux cas d'une pneumonie chronique spécifique au rat, maladie sans rapport avec l'exposition au styrène ont affecté aussi bien les rats témoins que les rats testés.

Les conclusions suivantes sont rapportées par la M.C.A. :

1) Sur le plan toxicologique, aucun changement significatif n'a été observé pour les paramètres biochimiques et hématologiques. On a noté une diminution significative des poids moyens des mâles, et une légère (mais statistiquement significative) augmentation du poids des foies des femelles à la plus forte exposition.

2) Les rats mâles, exposés aux vapeurs de styrène à 600 et 1 000 ppm, n'ont montré aucune lésion ou tumeur imputable à cette exposition. Chez les femelles soumises à ces mêmes expositions, il est pos-

sible qu'il y ait augmentation du taux de fréquence de tumeurs du type lymphoïde ou hémato-poïétique. Ces données pourraient laisser penser qu'il existe un rapport entre l'exposition de ces rates aux vapeurs de styrène à des concentrations élevées et une augmentation de la fréquence de ces tumeurs, par rapport à la population témoin.

Chez les rats mâles, cette relation est encore plus douteuse, mais pourrait être interprétée comme allant dans le même sens que ce qu'on a observé chez les femelles. Mais de toute façon, il est difficile de tirer une conclusion, du fait de la mortalité précoce par pneumonie qui a compliqué cette étude.

Le rapport définitif concernant cette expérimentation sera disponible vers fin juin prochain.

La MCA précise, en outre, que les études à long terme conduites pour son compte par Litton-Bionetics, Inc, et celles menées par l'Institut National du Cancer aux Etats-Unis, n'ont montré aucune relation entre l'exposition au styrène et l'apparition de tumeurs.

## Environnement

Le Prix du Conseil Supérieur des Installations classées a été décerné à la société Potasse et Produits Chimiques (P.P.C.). La société est filiale à 50 % de Thann et Mulhouse, elle-même filiale à 72 % de Rhône-Poulenc. Situées à Thann (Haut-Rhin) dans l'enceinte de l'usine Thann et Mulhouse, les unités de production de Potasse et Produits Chimiques concernent principalement l'électrolyse du sel (chlorure de potassium et de sodium) provenant des Mines de Potasse d'Alsace toutes proches. De cette activité originale et unique en France découlent plusieurs productions :

● chlore (72 000 t/an) destiné à la chimie

et à diverses autres industries comme la papeterie ;

● carbonate de potassium (66 000 t/an) verrerie, etc.,

● potasse (12 000 t/an) et soude (18 000 t/an) détergence, etc.

Le processus d'électrolyse du sel selon le procédé P.P.C. met en œuvre une cathode à base de mercure. Ce dernier est recyclé en presque totalité. Mais une toute petite partie de ce mercure demeure toutefois dans les effluents : des boues et des eaux. Chaque jour, l'usine P.P.C. se trouve en présence de 16 tonnes de boues et de 120 m<sup>3</sup> d'eaux résiduelles contenant du mercure. Jusqu'à l'année dernière, ces effluents subissaient un traitement destiné à concentrer et neutraliser le mercure, mis ensuite en décharge sur un terril, tandis que les eaux contenant encore des traces de métal étaient rejetées. Au terme de plusieurs années de recherches, les ingénieurs de P.P.C. ont mis au point un nouveau procédé qui permet d'isoler la quasi totalité de ce mercure résiduel et de le recycler dans les circuits de production.

Une station de démercuration fondée sur ce procédé a été mise en service à Thann au printemps 1977. Le rendement de cette station représente une performance technologique ; au niveau de la démercuration des effluents : il varie entre 99 et 99,9 %.

Les traces de mercure restant après traitement sont insignifiantes : 96 g/jour dans les boues au lieu de 20 kg/jour précédemment et de 9 g/jour dans les eaux au lieu de 160 g/jour auparavant.

Cette station ultra moderne qui a coûté 11 millions de francs a obtenu le prix 1977 du Conseil Supérieur des Installations classées. Ce prix créé à l'initiative du Ministère de la culture et de la qualité de la vie est destiné à récompenser chaque année une réalisation industrielle marquante dans le domaine de la lutte contre la pollution.