

# Recherches. Développement. Appareils. Produits nouveaux...

## Des ressources en suffisance \*

*Le monde entier semble redouter pour l'avenir une aggravation des difficultés d'approvisionnement en matières premières aussi vitales que l'argent, le soufre, le cuivre, le nickel, le manganèse et même l'oxygène. Phillip J. Wingate, l'un des vice-présidents de Du Pont, directeur général du Département « Produits photographiques », commente ces prédictions pessimistes dans leur ensemble et traite, en particulier, la question d'un métal, l'argent.*

Depuis quatre ans, je lis un peu partout de sombres prédictions quant à l'approvisionnement de notre planète en matières premières de toutes sortes et même en oxygène, cet élément indispensable à toute vie sur terre.

N'importe quel étudiant vous dira que notre atmosphère contient près de 21 % d'oxygène. Son poids total représentant environ 6 millions de milliards de tonnes, notre réserve d'oxygène s'élève donc à quelque 1,3 million de milliards de tonnes. Cela peut paraître énorme mais, comme nous en consommons chaque année une très grande quantité, il est logique de se demander si nous en manquerons un jour.

### Allons-nous suffoquer ?

On a brûlé, en 1974, 5 à 6 milliards environ de tonnes de charbon, pétrole et gaz naturel auxquels il convient d'ajouter d'autres combustibles de moindre importance. Arrondissons donc le chiffre à l'équivalent de 6 milliards de tonnes de pétrole, ce qui nous donne une consommation globale d'oxygène de 20 milliards de tonnes. On peut passer sur les autres consommations d'oxygène qui sont négligeables, la vie animale, les incendies de forêt, la production d'acide sulfurique et le cigare tant prisé des amateurs.

Vingt milliards de tonnes d'oxygène par année, voilà de quoi frapper l'opinion de Monsieur Tout-le-Monde, s'il entend parler de ce chiffre à la radio ou à la télévision. « A ce rythme, se dira-t-il, ils vont me consommer tout mon oxygène. A coup sûr, s'il m'en reste assez pour finir mes jours, mes petits enfants vont périr asphyxiés. » Il n'en est pourtant rien. En divisant 1,3 million de milliards de tonnes de réserve par les 20 milliards de consommation annuelle, on découvre qu'il faudrait 6 000 ans pour épuiser les 20 % d'oxygène disponibles.

\* Magazine Du Pont, Édition internationale, Vol. 69, n° 6.

Les chiffres peuvent cependant paraître plus inquiétants si l'on admet que la consommation va doubler tous les dix ans ou tous les vingt ans. Mais n'importe quel écolier vous dira que les plantes consomment du gaz carbonique pour le transformer en oxygène. En revanche, il ignore peut-être que le phytoplancton des océans fabrique plus d'oxygène que toutes les plantes du monde. Il ignore à coup sûr une action encore beaucoup plus importante pour le cycle de l'oxygène, celle des rayons ultraviolets du soleil sur l'humidité de la haute stratosphère.

Je ne prétends pas, par ces quelques rappels, expliquer la complexité de l'équilibre oxygène-carbone et dioxyde-eau. Je tiens simplement à souligner qu'il ne suffit pas de calculer la consommation annuelle d'oxygène pour en déduire que nous allons bientôt suffoquer, même si ce bientôt représente quelques milliers d'années. Que nous soyons ou non capables d'analyser et de comprendre tous les facteurs qui influencent et règlent le cycle de l'oxygène, nous avons au moins une certitude. Depuis 75 ans, la proportion d'oxygène dans notre atmosphère est demeurée absolument constante — 20,95 % — alors même que la consommation annuelle atteignait 20 milliards de tonnes ces dernières années.

### Énergie de remplacement

Les insuffisances de nos ressources ont, en grande partie — et fort heureusement — tendance à se compenser. Elles incitent à de nouvelles recherches, d'autant plus intensives que la crise est profonde et durable. La crise du pétrole de 1973 en est un exemple significatif. On a de bonnes raisons, aujourd'hui, de vouloir freiner la consommation de pétrole, de charbon et de gaz naturel. Mais pour développer de nouvelles sources d'énergie capables de remplacer 6 milliards de tonnes de pétrole par année, il faut du temps, même avec les importants moyens de recherche mis en œuvre. Le danger réside dans l'éventualité d'une pléthore passagère de pétrole qui ferait baisser les prix et, du même coup, l'intérêt pour ces travaux de recherche indispensables. A long terme, ceux-ci seront justifiés par la montée des prix qui accompagnerait la dégradation de la situation. Seules demeureraient les ressources relativement inaccessibles. On parlerait de rareté mais non de pénurie.

Chacun se sent concerné par l'évocation de l'oxygène, source de vie et des ressources

en combustibles, sources de chaleur et d'énergie. Je voudrais également aborder une question moins préoccupante pour le grand public, mais tout aussi intéressante, celle d'une matière première, l'argent.

#### L'offre et la demande

Il y a assez d'argent aujourd'hui et je suis convaincu que, d'une manière ou d'une autre, il y en aura toujours assez. Ce métal précieux subit des pressions semblables à celles du pétrole et répond à la loi de l'offre et de la demande.

A tous points de vue, l'argent est un matériau remarquable puisqu'on l'utilise dans de très nombreux domaines, bijoux, pièces de monnaie, argenterie, soudure, électronique, photographie, par exemple. Son degré d'emploi, dans ces différents secteurs, a toujours varié et variera toujours selon l'évolution des technologies, de son prix et même des modes de vie.

Il fut un temps où l'on employait partout l'argent pour battre monnaie. Ce n'est plus le cas aujourd'hui. Il fut un temps où tout jeune ménage se devait d'avoir un service en argent. Ce temps n'est pas encore révolu mais ce genre de coutume est en train de disparaître, d'autant plus que ceux qui désirent encore se conformer à la tradition ne peuvent souvent plus se le permettre, en raison de l'augmentation des prix. L'acier inoxydable se révèle un excellent substitut. Dans la soudure et l'électronique, l'utilisation de l'argent est relativement récente, d'où une consommation encore en augmentation. Cela ne signifie pas forcément que la tendance va se poursuivre avec le développement de ces deux branches. L'augmentation des prix incite en effet les industriels à rechercher de nouveaux produits meilleurs et meilleur marché. A ma connaissance, ils n'y sont pas encore parvenus mais, si l'on songe aux progrès réalisés ces 25 dernières années dans la technologie des métaux, il ne fait aucun doute que les efforts de recherche consentis permettront de remplacer l'argent ou tout au moins d'en diminuer les quantités nécessaires.

#### Le rôle de l'argent en photographie

C'est probablement dans l'industrie photographique que l'argent est voué à la plus grande pérennité d'utilisation. Il suffit en effet d'un seul photon de lumière qui frappe un cristal de sel d'argent pour que se déclenche une réaction en chaîne de l'ordre d'un milliard. Depuis 100 ans on n'a rien découvert de comparable à cette extraordinaire « sensibilité » de l'argent, malgré des recherches intensives.

#### De moins en moins utilisé

Même si l'argent devait atteindre des prix exorbitants, je ne dépenserais pas un centime pour tenter de découvrir un matériau susceptible de le remplacer complètement en photographie. Par contre, s'il doit continuer à augmenter ou même se maintenir au prix actuel de 4 à 5 dollars l'once, je suis convaincu qu'on peut trouver des solutions permettant de réduire son utilisation. Les prix élevés de 1974 ont fortement contribué à stimuler la recherche dans ce sens. Les grands fabricants de films radiographiques, par exemple, qui sont les plus gros utilisateurs d'argent dans le secteur photographique, sont parvenus à réduire de 10 % leurs besoins en argent, alors même que leur

production augmentait de 5 % en 1974. Deux fabricants au moins testent déjà de nouveaux films qui devraient permettre une nouvelle réduction de 10 % dès la fin de cette année. Cela signifie que la consommation d'argent utilisée dans la fabrication des films radiographiques baissera de 20 % en trois ans. Il ne fait aucun doute que cette tendance va se poursuivre.

#### Le recyclage de l'argent

Le public en ignore généralement l'existence et l'importance. Dix mètres carrés de film radiographique contiennent pourtant quelque sept milligrammes d'argent récupérable. La moitié de cet argent est extrait du film durant le développement et se retrouve dans le bain de fixation.

Il y a deux ans, on en récupérait déjà 80 %, immédiatement converti en argent réutilisable, soit 40 % de l'argent primitivement contenu dans le film. Aujourd'hui on en récupère 90 %, atteignant ainsi 45 % du total.

Et le reste ? L'autre moitié de l'argent demeure dans le film même qui, dans les hôpitaux, est classé dans les archives durant trois à dix ans. Il est ensuite vendu à une entreprise de récupération qui en extrait 90 %. C'est dire que le résultat final représente une récupération de 90 % de l'argent contenu au départ dans le film (deux récupérations de 45 %).

Pour d'autres films photographiques, le recyclage est encore plus direct. Dans les films couleur, par exemple, on récupère près de 90 % de l'argent au développement. Une diapositive ne contient en fait pas d'argent, celui-ci jouant simplement un rôle intermédiaire pour révéler les couleurs.

#### Des films sans argent

Utiliser moins d'argent et en récupérer plus, tels sont les objectifs d'une recherche qui s'oriente aussi, depuis l'augmentation des prix en 1974, vers une substitution totale. Les systèmes xéroradiographiques passaient presque inaperçus en 1973. Ils demeurent aujourd'hui encore pratiquement inconnus. Et ils permettent pourtant un développement au moins deux fois plus rapide que les films à émulsion d'argent. Il en va de même pour les différents types de films Diazo utilisés dans l'imprimerie et en reprographie. Pour les papiers à épreuves « Dylux » de Du Pont, qui ne contiennent pas d'argent, le succès n'a fait que croître en 1974, malgré la récession qui touche le secteur de l'imprimerie. Dans ce même secteur, Du Pont est en train de tester de nouveaux films de contact litho sans argent. Ils sont non seulement plus économiques mais offrent des avantages de qualité. Sans aucun doute, d'autres sociétés annonceront-elles de nouveaux produits photographiques sans argent.

Tous ces développements ne vont pas pour autant balayer l'argent du monde de la photo. Ils permettront pourtant de démontrer que pour l'argent, tout comme pour l'oxygène, il n'y aura pas pénurie. Il en ira de même pour le pétrole ou d'autres combustibles, si nous laissons jouer la loi de l'offre et de la demande et si les prix montent pour stimuler recherche et développement. Quant à l'oxygène, point n'est besoin d'augmenter son prix puisqu'il n'en a pas, comme toutes les bonnes choses d'ici-bas.

## **Déchets et sous-produits industriels : élimination, recyclage, valorisation**

Des Journées ont été organisées sur ce thème, à Lyon, du 25 au 27 novembre 1975, à la suite d'une enquête dans divers secteurs industriels, par l'I.N.S.A. de Lyon en collaboration avec le Centre de Développement de la Formation Continue (C.D.F.C., Paris) et l'Association des Anciens Élèves.

Ces Journées ont regroupé environ 130 participants dont des délégués du Ministère de l'Industrie et du Ministère de la Qualité de la vie.

Les exposés ont été présentés par des industriels, des chercheurs, des socio-économistes, et des représentants des ministères concernés.

En ce qui concerne les problèmes spécifiques, le programme scientifique avait été mis en place de telle sorte qu'à côté de conférences générales, deux grandes catégories de déchets soient analysées : les déchets organiques et les déchets inorganiques. Dans la première catégorie ont été pris en considération essentiellement les matières plastiques, les solvants et les huiles usagées. Dans la seconde, les scories et laitiers, les cendres, le verre, les sels résiduels et certains déchets miniers (schistes houillers).

M. Maes (Ingénieur Conseil en assainissement, Rocquencourt), auteur du tout récent ouvrage « Les résidus industriels », a présenté une conférence sur les propriétés et la valorisation des résidus industriels. Les quatre propriétés essentielles des déchets que sont la biodégradabilité, la toxicité, la thermodégradabilité, et l'inertie, conditionnent l'exploitabilité (valorisation spécifique, recyclage, récupération, conversion) et la destruction, cette dernière pouvant être considérée comme une valorisation dans la mesure où elle permet de récupérer de l'énergie dans le cas de l'incinération, des matières premières dans le cas de la pyrolyse, ou des composts (engrais) dans le cas de la biodégradation.

Le problème de la destruction des déchets toxiques en 1975 a été traité par M. Vaucher (Société Seratradi) qui a classé les déchets en deux catégories dans la mesure où on s'intéresse à leur incinération : ceux qui brûlent et ceux qui ne brûlent pas, avec des sous-catégories liées au pouvoir calorifique, à la nature des produits de combustion, etc... La diversité des déchets à éliminer et la multiplicité des sources de déchets au niveau industriel, a conduit dans la Région Rhône-Alpes à la création d'associations (Apora et Plafora) ayant pour objet de réaliser un centre spécialisé d'élimination dont l'érection et l'exploitation ont été confiées à la Société Seratradi. Des informations sur ce centre ont été présentées.

La question du traitement ultime des boues a été développée par M. Pichat (Compagnie Générale des Eaux). Ce traitement peut faire appel : 1. à des méthodes thermiques (oxydation et incinération, pyrolyse, hydrogénation et gazéification), 2. à des procédés de fixation physico-chimique (méthodes organiques : enrobage des déchets dans des bitumes ou des résines thermodurcissables ou thermoplastiques; méthodes inorganiques : incorporation dans des ciments, des verres, des céramiques, ou des silicates (procédé Chemfix), enfin méthodes utilisant



(Photo Roger-Viollet).



Destruction de cageots et d'ordures à Rungis.  
(Photo Roger-Viollet).

des matériaux composites tels que bétons imprégnés de polymères), 3. à des déversements et stockages dans l'environnement (déversements sur ou dans les sols, ou dans les eaux de surface). L'analyse du coût des traitements ultimes a été présentée. L'optique anti-pollution a été particulièrement analysée dans ce travail.

Le traitement de certains déchets industriels et produits usagés peut faire appel à l'utilisation des basses températures. M. Le Diouiron (Société L'Air Liquide, Sassenage) a décrit les procédés cryogéniques et présenté les installations opérationnelles du Centre d'Étude Cryogénique de Sassenage. Les basses températures favorisent la fragmentation, par broyage, des matériaux, donc permet une séparation des constituants des pièces traitées.

Le problème particulier des déchets radioactifs a fait l'objet d'une conférence de MM. Cluchet et Roger (C.E.N. Saclay) dans laquelle ont été décrits les procédés de conditionnement et de stockage des déchets solides et le traitement des déchets liquides (incorporation à du verre des effluents à très haute activité, concentration par coprécipitation puis incorporation à du ciment, du bitume, ou des résines pour les effluents à faible et moyenne activité). Le cas particulier des transuraniens a été présenté. Les modes de stockage sont appropriés à chaque type de déchet.

#### Étude des déchets organiques

Avant d'aborder les cas particuliers, M. Brusset (Université Pierre-et-Marie-Curie, Paris) a prononcé une conférence sur les problèmes généraux de la valorisation du carbone des déchets et sous-produits industriels. Les déchets organiques ne peuvent constituer qu'une source d'énergie d'appoint. En effet, les faibles quantités disponibles par rapport à la consommation pétrolière et la dispersion de ces déchets carbonés montrent que l'énergie récupérable n'est pas à l'échelle de nos besoins actuels. De plus, le recyclage de tous les produits organiques (papier, tissus, matières plastiques) s'accompagne d'une dégradation moléculaire, ce qui limite le taux de récupération et le nombre de recyclages possibles. Enfin les difficultés les plus importantes se situent au niveau de la collecte et du ramassage, ainsi que des traitements mécaniques préliminaires à toute opération de recyclage : le broyage et le tri.

#### Cas des matières plastiques

La quantité de déchets de matières plastiques est évaluée actuellement en France à un peu moins de 1 million de tonnes par an. Les neuf dixièmes se trouvent dans les ordures ménagères dont ils représentent 5 % du poids. Dans l'industrie les déchets plastiques sont relativement peu importants (100 000 tonnes/an).

M. Vermande (Laboratoire de chimie appliquée, I.N.S.A. Lyon) a présenté les différentes méthodes de récupération existant actuellement : la combustion, la « plasturgie » qui régénère les thermoplastiques, la pyrolyse et l'hydrolyse qui fournissent des produits chimiques de base. A ce propos, M. Vermande a présenté les résultats qu'il a obtenus au Laboratoire de chimie appliquée de l'I.N.S.A. concernant la pyrolyse des déchets de mousse de polystyrène. Des applications industrielles de ces techniques ont été abordées par différents conférenciers :

M. Murard (Société Rhône-Poulenc Poly-

mères) a parlé des problèmes que posent les matières plastiques au cours de l'incinération des ordures ménagères. Une conduite convenablement assurée des fours modernes permet de limiter au maximum les nuisances que l'on énonce habituellement : l'épuration des fumées et la neutralisation des gaz acides (HCl, SO<sub>2</sub>) semblent à peu près maîtrisées.

M. Girault (Société EDCO) a présenté deux films sur le procédé Reverzer avec une application particulière à la fabrication de tourets pour câbles électriques. A partir d'un mélange de déchets de matières plastiques quelconques (pouvant contenir jusqu'à 20 % d'impuretés minérales), ce procédé permet d'obtenir différentes pièces de construction tels que piquets, pieux, profils divers. On peut fort bien utiliser les matières plastiques contenues dans les ordures ménagères moyennant la nécessité d'un tri préliminaire. Un exemple de réalisation en France a été donné.

M. Dupire (Société Dorlyl) a montré que la collecte sélective du P.V.C. pouvait constituer une solution intéressante : la matière « régénérée » après traitement peut être utilisée pour des applications nobles (à l'exception de l'alimentation); les économies d'énergie (et de pétrole) qui en résultent ne sont pas négligeables. Plusieurs villes ont lancé des opérations de collecte sélective.

M. Martinon (Laboratoire de Recherche et de Contrôle des Caoutchoucs) a traité du problème de la récupération des caoutchoucs et pneumatiques : la pyrolyse présente un intérêt certain pour récupérer des hydrocarbures utilisables comme combustible, et des fractions polymérisables.

Deux communications ont traité de l'utilisation des déchets de matières plastiques pour l'élaboration de matériaux utilisés en construction :

M. Bense (Centre d'Études Techniques de l'Équipement, Nancy) a développé la réutilisation des déchets de plastiques dans les enrobés routiers. Tous les déchets plastiques ménagers peuvent être incorporés sans lavage ni nettoyage, aux trois liants classiques d'enrobage que sont les bitumes, les bitumes-brai, et les matières thermoplastiques minces. Dans tous les cas on observe des gains importants des résistances mécaniques, une amélioration de la compacité des enrobés, et une sensibilité à la température inférieure à celle de leurs homologues classiques.

De même les déchets de mousse de polychlorure de vinyle peuvent être utilisés pour l'élaboration de bétons légers comme en attestent les résultats présentés par MM. P. Hamelin et J. C. Cubaud (Département de Génie Civil et Urbanisme, I.N.S.A. de Lyon). Des parpaings de bétons légers, utilisables pour la construction de murs de pavillons, présentent des propriétés mécaniques et thermiques particulièrement intéressantes lorsqu'ils ont été fabriqués par addition au liant de 3 % de déchets de mousse de polychlorure de vinyle. Mais l'utilisation de déchets de matières plastiques en construction est largement tributaire du marché existant effectivement tant au niveau du tonnage que des demandes.

#### *Récupération des solvants et huiles usagées*

La consommation annuelle française de solvants industriels peut être estimée à

1 200 000 tonnes mais sur ce chiffre, 800 000 tonnes environ sont constituées de solvants utilisés pour la première fois, les 400 000 tonnes restantes constituant des solvants ayant déjà servi, donc réutilisés. A la suite d'une récente enquête, le Ministère de la Qualité de la Vie estime que 500 000 tonnes de solvants s'évaporent annuellement dans l'atmosphère.

Après que M. J. Veron (Laboratoire de chimie appliquée, I.N.S.A. Lyon) ait présenté les différentes techniques utilisées pour la récupération des solvants (séparation mécanique, évaporation, distillation fractionnée pour les solvants récupérés à l'état liquide, condensation, absorption, adsorption pour ceux émis sous forme de vapeur), M. Pallier (Société Gohin-Poulenc) a exposé les techniques d'adsorption sur charbon actif et d'absorption dans des tours de lavage. Puis Mme Bugat (Société Sarpap, Bergerac) a traité de la récupération par rectification.

Il ressort de ces divers exposés qu'il est nécessaire de sensibiliser les industriels aux problèmes de la récupération des solvants qu'ils utilisent et de les convaincre que, bien que chaque cas soit un cas particulier, il existe pour chacun des techniques confirmées qui peuvent être rentabilisées à plus ou moins brève échéance.

M. Pariel (Société Elf) a présenté ensuite les procédés d'incinération des boues résiduelles de l'industrie des hydrocarbures en insistant sur le procédé Cinclus mis au point par sa Société.

M. Chappier (Société Elf) et M. Troesh (Société Sopaluna) ont abordé le problème du traitement et de la valorisation des huiles usagées. Là encore le tonnage est important (900 000 tonnes sont utilisées annuellement et 400 000 tonnes environ pourraient être recyclées), mais bien que les techniques de valorisation existent, un faible pourcentage (130 000 tonnes) est remis sur le marché après traitement.

#### Valorisation des sous-produits et déchets inorganiques

Les sous-produits inorganiques sont extrêmement nombreux et constituent des tonnages très importants. On rencontre essentiellement les laitiers scories et cendres (dont l'utilisation est réalisée depuis longtemps), les mâchefers, les déchets miniers, les sels résiduels, etc...

Ces déchets trouvent leur principale application dans l'élaboration de matériaux de construction comme l'a souligné M. Murat (Laboratoire de chimie appliquée, I.N.S.A. Lyon), tant au niveau de la fabrication des clinkers et des ciments, comme agents de broyage, pour l'élaboration des granulats et des bétons, que pour la fabrication de matériaux divers utilisés pour la construction des routes par exemple. A ce propos, M. Murat a fait un bref compte rendu du Colloque International de Mons (Belgique, septembre 1975) sur les laitiers, les scories, et les déchets. Les laitiers et scories, et les cendres de centrales thermiques, de par leur hydraulicité et leur composition minéralogique, entrent en effet dans la fabrication de nombreux types de ciments et apportent un certain nombre d'améliorations par exemple l'amélioration de l'ouvrabilité des mortiers et bétons dans le cas de l'utilisation des cendres, ou l'augmentation

des résistances à l'eau de mer dans le cas des ciments de laitiers. Leur utilisation s'intensifie compte tenu de la nouvelle norme Afnor 15-301 d'octobre 1974 qui incite les cimentiers à augmenter sensiblement les pourcentages d'ajouts dans les ciments afin de pallier la crise de l'énergie.

Ces utilisations en chimie des ciments et bétons ont été détaillées par MM. Venuat et Longuet (CERILH, Paris) qui ont fait le point de la question. Le problème plus particulier des cendres a été également développé par MM. Marie (EDF Paris) et Hanquez (HBNPC). On peut rappeler que les cendres fournies par les 34 centrales thermiques fonctionnant en France constituent un tonnage important de l'ordre de 3,5 millions de tonnes par an. Leur utilisation est largement développée dans d'autres domaines que la chimie des ciments, essentiellement pour la fabrication de liants routiers et, au stade expérimental, comme amendement des sols.

En France les quantités de laitier fournies par l'industrie métallurgique excèdent annuellement dix millions de tonnes. Indépendamment de leur utilisation en chimie des ciments et bétons, ils trouvent une application dans certaines industries minérales, essentiellement l'industrie verrière. M. Lagneaux (B.S.N.) a décrit ce type de valorisation : dans l'industrie verrière, les laitiers ont d'abord joué le rôle de matière première apportant l'alumine et l'oxyde de calcium. Actuellement ils sont utilisés comme accélérateurs de fusion et d'affinage. Bien que leur prix soit élevé, les avantages qui leur sont attribués sont tels que leur utilisation est devenue indispensable chaque fois que l'on veut augmenter la tirée d'un four et/ou la qualité du verre. L'utilisation des laitiers de haut-fourneau pour l'élaboration des vitrocéramiques a fait l'objet de recherches au stade pilote en Grande-Bretagne et en Italie comme l'a montré M. le Professeur Negro (Politecnico de Turin, Italie). Ces recherches permettent d'envisager l'obtention de matériaux dont les applications technologiques sont très prometteuses.

M. Tracewski (Société Saint-Gobain) a décrit les possibilités de réutilisation du « calcin » produit par l'industrie verrière. Ce calcin est le verre résiduel d'une fabrication et est systématiquement réintroduit dans les usines de fabrication de verre. Par contre, en ce qui concerne les verres récupérés (verres ménagers par exemple, ou « calcin étranger ») des problèmes se posent quant à leur utilisation comme matière première pour fabriquer du verre neuf. Il semble qu'actuellement seule l'industrie du verre d'emballage puisse envisager cette utilisation qui correspond à une absorption annuelle d'environ 500 000 tonnes. L'action entreprise par la profession du verre pour la récupération du verre d'origine ménagère et son utilisation comme calcin étranger, a été présentée par M. Hatt (Chambre syndicale du verre creux mécanique de France). Cette récupération est tributaire de certains impératifs : 1. l'adhésion des ménagères françaises à la cause et leur participation à l'action, 2. la motivation et l'action des collectivités locales, 3. l'assurance de prix et de débouchés offerts par la profession. Il semble que les points 1 et 3 soient déjà acquis. Mais comme dans le cas de la récupération des matières plastiques, se pose le problème des collectes sélectives.

Les déchets miniers constituent un tonnage très important : parmi ceux-ci figurent les schistes houillers (production française de l'ordre de 20 millions de tonnes/an) qui forment les terrils avoisinant les bassins du Nord de la France en particulier.

M. Hanquez (Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais) a décrit les utilisations qui ont été faites de ces schistes pour la fabrication de briques (briques « Surschistes »), de mélanges routiers (Schistulite) ou de granulats légers de schistes expansés (granulats Surex).

En ce qui concerne les valorisations des sels résiduaires, l'accent a surtout été porté sur les sulfates de calcium résiduaires et plus spécialement les phosphogypses et la fluoroanhydrite. M. Murat a décrit les sources, les propriétés, et les possibilités de valorisation de ces sulfates de calcium résiduaires, tant dans l'industrie plâtrière pour la fabrication de plâtre poudre, de carreaux, ou de cloisons, que comme additif en chimie des ciments ou comme matière première dans la fabrication d'acide sulfurique et de clinker, dans la fabrication du sulfate d'ammonium et pour l'obtention du soufre.

MM. Verdillon et Bachelard (Société PUK) ont décrit pour leur part l'utilisation qui est faite dans leur Société, de la fluoroanhydrite, sous-produit de la fabrication de l'acide fluorhydrique. Ce sulfate résiduaire, gâché avec peu d'eau après addition d'une résine fluidifiante, conduit à l'obtention de chapes ou planchers de grande surface, coulables mécaniquement, et présentant des propriétés mécaniques très élevées et des retraits extrêmement faibles. Les débouchés de ce matériau en construction semblent être particulièrement prometteurs.

A côté des questions purement scientifiques et techniques, ont été abordés certains problèmes socio-économiques des déchets et sous-produits industriels. Ainsi, M. Bertolini (Université Claude-Bernard, Lyon I) a analysé le recyclage et défini la notion de gaspillage de différents points de vue : technico-scientifique, industriel, collectif, politique (pouvoirs publics). Il a essayé de définir une nouvelle « règle du jeu » à partir d'une analyse de la loi du 15 juillet 1975. Cette loi engage la responsabilité du producteur quant au devenir du produit qu'il fabrique. Elle ne peut être mise en œuvre sans l'adhésion d'un groupe social fort et déterminant. Le risque d'une érosion du pouvoir coercitif, conséquence d'un degré d'interventionnisme plus marqué, donne à cette nouvelle règle du jeu les caractères d'une « enchère d'essai ».

M. Navarro (Laboratoire de chimie appliquée, I.N.S.A. Lyon) a tenté pour sa part, de traduire en terme d'enseignement les conclusions de ces Journées, essentiellement au niveau des Écoles d'ingénieurs. Sans se limiter à l'introduction des problèmes de pollution, d'environnement et de recyclage dans les programmes d'enseignement, il a insisté sur la nécessité d'un nouvel état d'esprit et préconisé une nouvelle approche de tous les problèmes de production qu'il s'agit plus de saisir dans leur globalité et la diversité de leurs implications, que de considérer comme définitivement réglés.

Enfin, s'appuyant sur la nécessité de l'anti-gaspillage et de l'antipollution au service d'une meilleure croissance, M. Deloy (Nuisances et Environnement) a justifié l'intérêt

des « bourses de déchets ». Après avoir passé en revue les modes de fonctionnement de ces bourses dans différents pays, il a expliqué comment la Revue « Nuisances et Environnement » sert de support à une telle activité en France depuis avril 1975. Après avoir analysé les résultats des premiers mois de fonctionnement, il a conclu à la nécessité d'incitations des pouvoirs publics pour que s'établisse un équilibre entre l'offre et la demande.

Trois délégués des ministères (Ministère de la Qualité de la Vie et Ministère de l'Industrie) ont présenté des allocutions; M. Peirani (Chef de Division au Ministère de l'Industrie) a présenté la mise en place des moyens législatifs et administratifs et les aides financières proposées par son ministère dans le cadre des aides relatives à la destruction et à la valorisation des déchets. Il a donné également quelques informations sur le Congrès de l'American Institute of Chemical Engineers qui s'est tenu à Boston en 1975.

M. Affholder, Chef de Service des problèmes de déchets au Ministère de la Qualité de la Vie, a présenté quelle était la politique de son ministère face aux problèmes des déchets au niveau de la réglementation et a abordé le problème de la taxe parafiscale qui frappera la vente de tout produit susceptible d'une valorisation ou de destruction après usage.

M. Lecat, Délégué aux économies de matières premières au Ministère de l'Industrie, a tiré les conclusions des Journées et a prononcé une conférence sur la politique française dans le domaine de l'économie de matières premières. Dans cette conférence il a insisté surtout sur les sujets prioritaires à développer dans le domaine de la récupération, à savoir : le cuivre, le verre, le papier, les matières plastiques, et le caoutchouc.

En conclusion, il est apparu que ces Journées d'Information organisées dans une École d'Ingénieurs, ont été un succès au vu de la qualité des communications présentées et des participants. Le programme était certes un peu trop vaste bien que l'on n'ait abordé que quelques grands thèmes en laissant de côté des sujets pourtant d'actualité tels que la récupération des papiers, le traitement des sous-produits de certaines industries (alimentaires par exemple), la récupération des sous-produits des industries agricoles, ou l'extraction des métaux à partir de déchets miniers à faibles teneurs. Mais le but de ces Journées était essentiellement une première prise de contact associée à une sensibilisation comme nous l'avons défini au début de ce compte rendu.

De telles Journées seront organisées dans un avenir proche mais elles seront axées sur des sujets beaucoup plus précis afin de rassembler des spécialistes sur un thème donné.

Le Recueil des conférences et communications est disponible (au prix de 250 F) à l'Association des Anciens Élèves de l'I.N.S.A., Bâtiment 705, 20, avenue A.-Einstein, 69621 Villeurbanne.

MM. M. Murat, Coordonnateur Scientifique des Journées, J. Veron, A. Navarro, P. Vermande.  
(Laboratoire de chimie appliquée de l'I.N.S.A. de Lyon, 20, avenue A.-Einstein, 69621 Villeurbanne).

## La multiplicité d'emploi des mélanges d'oxydes d'étain et d'antimoine \*

Tout comme les alliages d'étain et d'antimoine présentent un intérêt métallurgique pour la production de coussinets par exemple, ou encore d'alliages pour moulage par injection et pour soudures antimonieuses, de même les systèmes à base d'oxydes de ces deux métaux ont aussi leur place dans un grand nombre d'applications industrielles. Plusieurs avantages de ces systèmes mixtes résultent du fait que les oxydes entrent en solution solide quand ils sont mis en contact à chaud. Les ions Sb sont capables de remplacer les ions Sn dans un cristal de cassitérite ( $\text{SnO}_2$ ) jusqu'à un maximum de 5 à 10 %, et par suite de la différence du nombre de charges positives entre l'atome Sb ( $5^+$ ) pentavalent et Sn ( $4^+$ ) tétravalent, il faut pour maintenir un équilibre électrostatique, réorganiser le réseau de façon importante. Lorsque ces modifications de structure atomique ont lieu sur une cassitérite, généralement par introduction d'impuretés en faible quantité (par dopage), elles influencent à la fois la teinte du cristal (ce qui explique les colorations observées dans la nature sur des concentrés) et aussi les propriétés électriques. Dans le cas du dopage à l'antimoine, ces deux effets présentent des avantages exploitables industriellement.

### Pigmentation des céramiques

La teinte gris-bleu, obtenue quand on chauffe à environ 1 200 °C, de l'oxyde stannique pulvérulent mélangé à 10 % d'oxyde d'antimoine, constitue un aspect typique d'un matériau largement utilisé en glaçure pigmentée de poteries ou de carrelages. Dans ce dernier cas, on dépose sur un carreau non glacé une barbotine de verre pilé contenant environ 2 à 10 % de pigment à base d'oxydes Sn-Sb et on le cuit dans un four à 1 050 °C pour faire la vitrification et laisser apparaître la pigmentation. Cette application est non seulement avantageuse par l'effet du pigment mais aussi par la faible solubilité de la matrice ( $\text{SnO}_2$ ) dans le verre, ce qui produit un effet opacifiant.

### Électrodes pour fusion du verre

Le dopage de l'oxyde d'étain par de l'antimoine relève sensiblement la conductivité électrique, et cet effet est maximum avec une teneur de 2 à 3 %. Quand on comprime un mélange intime d'oxydes (Sn et Sb) très fins avec un additif de frittage comme un peu d'oxyde de cuivre, et qu'on le porte à une température élevée (plus de 1 200 °C) on obtient une électrode réfractaire, très résistante et chimiquement inerte et insoluble dans le verre fondu. Celle-ci sert de plus en plus à la fusion électrothermique du verre au plomb, car ce métal réagit chimiquement avec d'autres électrodes comme celles en molybdène. Pour cet usage, on fabrique des électrodes contenant 98 %  $\text{SnO}_2$  et pesant entre 5 et 50 kg et chaque four de fusion peut être équipé d'une centaine d'unités dont la durée de vie varie de un à deux ans.

\* L'étain et ses usages (Revue du Tin Research Institute), 1975, n° 106.

## Dépôts conducteurs d'électricité

L'antimoine peut aussi être incorporé dans des films d'oxyde stannique appliqués sur du verre ou de la céramique pour rendre ces substrats conducteurs de courant. Bien que la conductivité du  $\text{SnO}_2$  seul soit suffisante dans beaucoup de cas, elle est fortement accrue par incorporation d'antimoine. Ces films d'oxydes mixtes peuvent être préparés par addition de petites quantités de sels antimonieux, à la solution pulvérisée de sels d'étain utilisée au cours de la vaporisation sur substrat chaud, ou par oxydation ultérieure à chaud de films métalliques Sn-Sb déposés sous vide.

## Catalyseurs

Une caractéristique des oxydes directement liée à leur configuration électronique, consiste à pouvoir les utiliser comme catalyseur hétérogène dans des réactions chimiques ayant lieu à leur surface, et la synthèse de dérivés organiques par oxydation partielle d'hydrocarbures est une opération industrielle importante, basée sur des réactions catalytiques en phase hétérogène. Des oxydes qui présentent séparément une activité catalytique pour l'oxydation des hydrocarbures, peuvent se grouper en deux classes, à savoir : ceux comme  $\text{SnO}_2$  qui sont très actifs en favorisant la combustion complète indésirable de l'hydrocarbure, et ceux comme  $\text{Sb}_2\text{O}_5$  qui ont une faible activité mais sont très sélectifs vis-à-vis de l'oxydation partielle requise. Néanmoins la combinaison d'un oxyde actif avec un oxyde sélectif produira souvent un système catalytique dans lequel ces deux facteurs sont exploités au maximum et ces dernières années beaucoup de ces systèmes ont été mis au point dans l'industrie.

Par exemple le système d'oxydes Sn-Sb est un catalyseur très utilisé surtout pour convertir du propylène en acroléine et en acide acrylique par oxydation, ou en acrylonitrile par amoxydation, et pour la déshydrogénation oxydante des butènes en butadiène. Ces deux derniers produits sont très employés en fabrication du caoutchouc synthétique.

Pour cette application, le catalyseur est préparé soit par coprécipitation ou par mélange intime des deux oxydes incorporés, suivi de pelletisation et chauffage de 600 à 900 °C, et le rapport Sn/Sb auquel correspond une équivalence optimale de l'activité et de la sélectivité se situe entre 1/1 et 1/4.

## Échangeurs d'ions

Un autre domaine où les systèmes d'oxydes mixtes ont trouvé récemment une application pratique importante est celui de la préparation des granules de gels non organiques pour échangeurs d'ions et qui, contrairement à leurs homologues à base de résines organiques, sont stables à une température supérieure à 150 °C et à la radiation ionisante de forte intensité. Ces matériaux sont donc très intéressants pour servir à la décontamination de l'eau très chaude des réacteurs nucléaires et pour traiter des mélanges contenant des noyaux très radioactifs comme ceux qu'on trouve dans les résidus de combustible des centrales atomiques.

Les propriétés des oxydes comme échangeur d'ions sont dues à l'ionisation des groupes hydroxyles présents en surface, et la capacité d'échange et le caractère d'un oxyde parti-

culier sont une fonction de sa surface spécifique et du mode de dissociation des groupements superficiels. Bien que des oxydes d'étain et d'antimoine pris isolément soient dotés de propriétés convenant à l'échange d'ions, il est encore plus avantageux de combiner leur action pour obtenir une capacité d'échange, une sélectivité ou une stabilité chimique mieux appropriées. Le système de gel d'oxydes Sb-Sn coprécipités a récemment été breveté comme charge d'échangeur d'ions, ce qui confirme les observations effectuées longtemps avant aux laboratoires de l'Institut sur l'excellente stabilité du système qui n'a pas l'inconvénient des phosphates Zr/Sn, utilisés dans l'industrie, d'une tendance à s'hydrolyser en solution alcaline. Ceci prouve que l'« antimonate » peut servir à décontaminer l'eau très chaude sortant des réacteurs et qui est en général rendue légèrement basique afin de réduire la corrosion.

## Conclusion

Sommairement, il s'avère que ce mélange d'oxydes Sn-Sb présente un intérêt capital dans des domaines aussi divers que particuliers comme les industries de la céramique, de la verrerie et de la chimie organique, ainsi que dans les applications de l'énergie atomique en matière de centrales nucléaires où les échangeurs d'ions jouent un rôle efficace dans l'épuration des rejets radioactifs.

A. M. J. Fuller (T.R.I.).

## Nouvelle rampe de filtration multiple 12 postes

La nouvelle rampe de filtration multiple 1225 Millipore fournit un moyen simple et rapide de récupération de précipités, cellules, etc... Elle est conçue pour la filtration simultanée

d'échantillons (jusqu'à 12) sur membranes filtrantes ou filtres de fibres de verre de 24 ou 25 mm de diamètre. Elle est idéale pour le recueil de précipités par l'acide trichloracétique, pour les dosages radio-immunologiques, les études d'incorporation de molécules marquées, le recueil d'acides nucléiques lors de micro-analyses et bon nombre d'autres applications utilisant la filtration d'échantillons multiples.

Comparée à la centrifugation, la filtration sur la rampe multiple 1225 est plus rapide, plus aisée et donne une plus grande reproductibilité, dans la mesure où la filtration relie les transferts de liquide : les échantillons sont collectés, précipités, rincés, séchés et comptés sur la même surface filtrante.

La rampe de filtration multiple 1225 est une unité circulaire, robuste, faite de polypropylène résistant aux acides et aux solvants. La plaque supérieure comporte douze entonnoirs de 15 ml et le réservoir qu'elle coiffe sert de chambre à vide et de recueil pour les liquides filtrés. Tous les entonnoirs, ainsi que les grilles-support sont numérotés, afin d'éviter les confusions. Un porte-tube adapté à la cuve, numéroté lui aussi, peut recevoir des tubes à essais pour le recueil individuel des filtrats.

La brochure PB 428 décrit cette nouvelle rampe de filtration multiple à 12 postes : elle est disponible sur simple demande à : Millipore S.A., 46 bis, rue Louis-Blériot, 78530 Buc. Téléphone : 956.20.19.

## Un nouveau spectromètre d'électrons, non destructeur, à très haute sensibilité

Un accord vient d'être signé entre le Commissariat à l'Énergie Atomique et RIBER, pour la fabrication et la vente par RIBER de nouveaux spectromètres LMS Auger développés par le Laboratoire de chimie physique de Saclay.

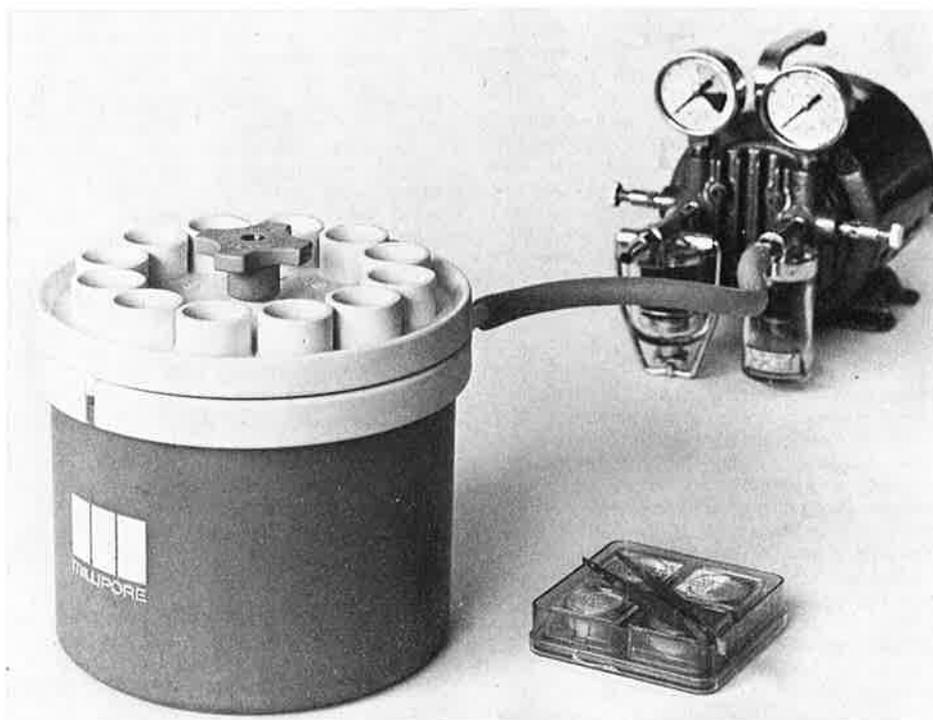


Fig. 1.

Les travaux de Pierre Auger en 1925 sur les propriétés des différentes couches électro-niques de l'atome ont donné naissance depuis quelques années à un appareil d'analyse appelé spectromètre Auger, constituant un outil de base en recherche fondamentale complémentaire du microscope à balayage.

Ces appareils commercialisés principalement par des sociétés américaines, ont fait progresser la spectrométrie d'électrons et la connaissance des matériaux par l'analyse de leur surface, sans toutefois éviter totalement les effets destructeurs liés à la présence d'un faisceau intense.

Les études entreprises depuis trois ans par le Laboratoire de chimie physique du C.E.A. ont permis non seulement de mettre en évidence des raies d'absorption associées aux électrons Auger inobservées jusqu'à ce jour en spectrométrie d'électrons, mais aussi de définir un spectromètre d'électrons non destructeur à très haute sensibilité dont la construction a été brevetée.

Ces résultats constituent un pas en avant considérable en physique du solide et tout particulièrement en physique des surfaces et ouvrent la voie à une nouvelle génération de spectromètres. Les premières applications traitées à Saclay ont déjà apporté des informations très nouvelles dans les domaines tels que : technologie des semi-conducteurs ; couches de lubrification ; catalyse et corrosion ; métallurgie ; biologie.

Le spectromètre LMS Auger devient aussi opérationnel et souple d'emploi que la sonde de Castaing (une autre invention française). Il en complète les possibilités analytiques et ouvre des horizons nouveaux, notamment en biochimie dans le domaine des membranes organiques et cellulaires, la pathologie médicale et la lutte contre la pollution.

### **Nouveau filtre sous vide à bande sans fin**

Au début de 1975 a été créée à Bruxelles la nouvelle société « Separation Plant Contractors S.A. » (en abrégé S.P.C.) qui a racheté à la société Metracos son département « Filtration ».

Les ingénieurs de ce département étaient spécialisés de longue date en filtration sous vide. En raison de leurs connaissances et expériences approfondies en la matière, ces mêmes ingénieurs ont conçu dès la création de la société S.P.C. et au sein de celle-ci, un nouveau filtre sous vide à bande sans fin destiné aux processus de fabrication de nombreux produits chimiques, parachimiques et alimentaires, ainsi que des non ferreux.

Le filtre à bande S.P.C. est construit suivant des standards bien étudiés et appropriés aux besoins de la clientèle. Il peut être fourni avec des surfaces utiles de filtration allant de 1 à 40 m<sup>2</sup>.

Sa conception est telle que son rapport performance/coût s'avère des plus favorables. De plus, il peut s'intégrer facilement dans des installations plus vastes et, notamment, dans les ateliers complets de filtration sous vide mentionnés plus haut.

Ceci permet à S.P.C. de présenter à l'utilisateur, selon les cas, soit le filtre à bande seul, soit un atelier de filtration contenant ce dernier.

S.P.C., rue du Beau-Site 13, B-1050 Bruxelles (tél. 648.57.25).

### **Une installation à la pointe de la technique pour le traitement des liquides industriels**

Dans le cadre des actions menées contre la pollution industrielle, une installation pilote a été mise en place à la Société Française de Mécanique pour le traitement des eaux de machines à laver et liquides de coupe des ateliers d'usinage. Ce traitement s'effectue selon le procédé de déstabilisation des émulsions huileuses, mis au point par Seri Renault Engineering.

La pollution apportée par les huiles est l'une des plus importantes parmi celles qu'engendre le progrès de la technologie. Les rejets quotidiens d'huiles polluées sont estimés à 350 tonnes pour l'ensemble de la France (ce qui crée une pollution de l'eau comparable à celle d'une ville de 12 millions d'habitants). Seri Renault Engineering, après des recherches expérimentales, a mis en œuvre un procédé nouveau de séparation de l'eau contenue dans les émulsions huileuses stables (huiles solubles) qui représentent une proportion notable de ces rejets. La technique Seri Renault Engineering tire toute son originalité du fait que, contrairement aux autres systèmes, les propriétés propres des émulseurs présents dans ces huiles ont été utilisées, au lieu de chercher à les neutraliser. Ce procédé, appelé « Emulseri », permet de séparer les émulsions huileuses en deux parties : de l'eau totalement déshuilée, rejetable à l'égout et un résidu huileux pouvant être soit traité, soit brûlé (sans apport d'énergie).

Actuellement, deux réalisations industrielles sont en cours de montage : l'une à Douvrin pour la Société Française de Mécanique d'un débit de 13 m<sup>3</sup>/h en continu, l'autre à Metz, pour l'usine de la Société des Automobiles Citroën, d'un débit de 4 m<sup>3</sup>/h, en continu. Toutes deux sont opérationnelles depuis janvier 1976.

### **I.C.I. va investir deux millions de livres sterling dans la fabrication de catalyseurs**

La Division agricole d'I.C.I. projette de dépenser près de deux millions de livres sterling en travaux d'extension à son usine de catalyseurs de Clitheroe, dans le Lancashire.

La capacité de production des catalyseurs utilisés dans la fabrication de l'ammoniaque, du méthanol, de l'hydrogène et du gaz de ville sera augmentée d'une manière substantielle, et une nouvelle unité fabriquera des catalyseurs à usages spéciaux et des catalyseurs en développement. La construction devrait commencer vers le début de 1976, pour se terminer dans le courant de l'année suivante.

Ces extensions ont été rendues nécessaires par l'accroissement continu de la demande de catalyseurs en provenance de l'étranger, et en particulier des usines qui utilisent le procédé I.C.I. à basse pression pour la fabrication du méthanol. La Division a obtenu récemment sa commande la plus importante (environ 1 million de livres sterling) pour la fourniture de catalyseurs destinés à une usine de méthanol de mille tonnes par jour de capacité, en cours de construction pour

la Libyan Methanol Company, à Maesa-el-Brega, et qui utilisera le procédé I.C.I. Plus de 90 % des catalyseurs I.C.I. sont exportés, et le Groupe « Catalyseurs » de la Division agricole a reçu le « Queen's Award » à l'Industrie pour les succès obtenus à l'exportation en 1972.

### **Première usine de cumène d'I.C.I.**

La Division pétrochimique d'I.C.I. va construire sa première usine de cumène, une unité de 125 000 tonnes par an de capacité, dans son complexe chimique de North Tees, dans le comté de Cleveland. Cette installation fournira le produit de base nécessaire aux fabrications de phénol et d'acétone de l'usine I.C.I. de Billingham. Le procédé de condensation catalytique utilisé pour la production du cumène sera étudié par l'U.O.P. Process Division d'U.O.P. Inc., qui en cédera la licence d'exploitation à I.C.I. On prévoit que l'aménagement du site commencera avant la fin de l'année et que l'usine entrera en service à la fin de 1977.

Les matières premières nécessaires à la fabrication du cumène sont le benzène et le propylène. L'un et l'autre seront fournis par les usines de fabrication d'aromatiques et les installations de cracking de la Division pétrochimique. Étant donné que le cumène était précédemment importé d'Europe continentale, la nouvelle usine contribuera par sa production à améliorer la balance des paiements du Royaume-Uni.

### **L'histoire du tétranitrate de pentaérythritol (P.E.T.N.)**

A la suite de l'article intitulé « Le P.E.T.N., l'explosif le plus brisant » paru dans le numéro 10 de décembre 1975, de la présente revue, il a paru nécessaire de publier quelques informations complémentaires sur ce produit.

La pentrite, ester nitrique du pentaérythritol (abréviation classique P.E.T.N.), a pour formule brute C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>O<sub>12</sub>N<sub>4</sub>, et a été reconnue pour la première fois comme substance explosive en 1894 (1).

La méthode moderne de préparation du produit a été décrite par MM. Vignon et Gerin en 1901 (2). Actuellement en France, c'est l'usine S.N.P.E. de Sorgues (Vaucluse) qui assure la fabrication. La capacité de production est de 1 500 tonnes/an, ce qui couvre et au delà les besoins nationaux.

Le procédé de fabrication consiste à nitrer à 25 °C, par de l'acide nitrique de concentration supérieure à 98 %, du pentaérythritol obtenu par condensation d'aldéhydes formique et acétique (3, 4). La pentrite est fabriquée en quantités importantes depuis la fin de la première guerre mondiale.

La pentrite se présente comme un solide cristallisé blanc de densité 1,77, sa dureté dans l'échelle Mohs est de 1,9. Son point de fusion à l'état pur est de 141,8 °C, température à laquelle se produit un début de décomposition (5). Les caractéristiques détoniques de la pentrite comparées à celles des explosifs chimiques connus les plus puissants (hexogène et octogène) sont résumées dans le tableau suivant.

	Densité d'encartouchage	Sensibilité à l'impact (Kgm)	Sensibilité au frottement (Kgf)	Vitesse de détonation (m/s)
Pentrite	1,1	0,31	4,5	5 500
	1,4	—	—	6 700
	1,74	—	—	8 300
Hexogène	1,1	0,45	11,5	6 640
	1,3	—	—	7 030
	1,71	—	—	8 800
Octogène	1,84			9 100

Les sensibilités à l'impact et au frottement sont déterminées aux moutons de Julius Peters par la méthode de Bruceton. La première utilisation historique de la pentrite semble avoir été son emploi comme adjuvant pour améliorer l'inflammabilité des poudres sans fumée (7).

À l'état pur, à cause de sa bonne sensibilité, ou agglomérée par de très faibles quantités de liant, la pentrite est utilisée comme explosif d'amorçage, soit dans des détonateurs, soit dans des relais. Dans ce domaine le principal usage reste cependant la confection de cordeaux détonants ayant un taux de charge de 10 à 20 grammes de produit au mètre.

La flegmatisation de la pentrite peut être obtenue soit par un liant plastique soit par l'adjonction d'un explosif moins sensible, par exemple la tolite (trinitrotoluène T.N.T.).

Le « Plastic » contient 87 % de pentrite mélangée avec 13 % d'un liant constitué d'une gomme synthétique et d'une huile minérale; il a l'aspect et la consistance du mastic de vitrier, son usage est aussi bien civil que militaire.

Il existe des plaques souples à liant caoutchouc naturel, chargé en pentrite dont l'épaisseur minimum est de 0,3 mm. Ces plaques sont obtenues par malaxage du caoutchouc en solution avec la pentrite puis par calendrage.

Les pentrites 90/10, 67/33, 60/40, 50/50 ont une stabilité médiocre à cause de la faible compatibilité de la pentrite et de la tolite. Elles ne doivent pas être utilisées au delà de 70 °C. Les mélanges ont été employés pour le chargement de grenades et d'obus. Ils sont aussi mélangés avec le nitrate d'ammonium pour servir d'explosif industriel.

Signalons enfin une utilisation annexe de la pentrite dans le domaine de la pharmacie comme agent vasodilatatoire.

(1) W. R. Tomlinson Jr., Rapport technique n° 1740, Picatinny Arsenal.

(2) C.R. Acad. Sci., 1901, 133, 590.

(3) P. Tavernier, Que sais-je? Poudres et explosifs, p. 44.

(4) Gautier, Cours E.N.S.T.A., Fabrication et propriétés de substances explosives, 1<sup>re</sup> partie, Chap. 4, p. 4.

(5) S. Calzia, Les substances explosives et leurs nuisances, p. 96 et 97.

(6) S. Calzia, Les substances explosives et leurs nuisances, p. 95, 124 et 128.

(7) Brevet allemand, 1894, n° 81664.

Communiqué par la Société Nationale des Poudres et Explosifs.

## La chimie a mis le luxe des couleurs à la portée de chacun

La teinture et l'impression des textiles sont aussi anciens que le tissage. Pendant des milliers d'années, on tira les colorants nécessaires de certaines plantes et de certains animaux : on produisait le bleu avec les buissons d'indigo d'Extrême-Orient, le jaune avec du réséda, le rouge à partir de racines de garance, le pourpre royal avec une décoction de coquillages déchiquetés.

Le coût de ces colorants était extrêmement élevé; pour obtenir seulement 50 grammes de pourpre, il fallait traiter 43 000 coquillages ou 140 000 cochenilles femelles.

Quant aux procédés de teinture, ils étaient fastidieux : pour la garance, le processus de teinture ne comprenait pas moins d'une douzaine d'opérations différentes.

Puis vint la chimie qui, il y a un peu plus de cent ans, découvrit par pur hasard la manière de faire des colorants de synthèse. Les prix de ces produits chimiques étaient, au début, très élevés : la mauvéine de Perkins (fabriquée dès 1856 à Bâle) se vendait à 2 000 F or le kilogramme, soit environ le prix du platine; la fuchsine de Verguins s'offrait à 1 500 F or le kilogramme. C'est néanmoins sur la base de ces découvertes, développées pour en permettre la production industrielle, que les usines de colorants commencèrent à se multiplier. La fabrication des colorants de synthèse devint bientôt une industrie-clé de la chimie, conduisant à l'industrie chimique lourde et à l'industrie chimique des spécialités.

Les premiers colorants de synthèse tirés du goudron étaient fort peu stables : une élégante sortant le matin avec un ruban de soie violet à son chapeau pouvait facilement revenir le soir avec un bandeau d'un rouge indéfinissable.

A force de recherches et de persévérance, furent créés des colorants entièrement synthétiques qui dépassaient de loin, par leurs propriétés, les meilleurs colorants naturels. Les nouvelles fibres, les procédés de teinture plus économiques et les problèmes mondiaux d'écologie sont de nouveaux défis à l'esprit créateur des scientifiques et les fait imaginer de nouvelles formules et des produits en constante amélioration.

Les industriels de leur côté, se préoccupèrent de rationaliser les procédés de production pour fabriquer des colorants en de telles quantités et à de tels prix qu'ils

sont parvenus à mettre la couleur à la portée de chacun, luxe qu'autrefois seuls les plus riches pouvaient s'offrir : preuve en est qu'aujourd'hui un kilo de colorant organique synthétique vaut en moyenne une soixantaine de nos francs...

(Ciba-Geigy Revue).

## Il y a plus de 800 ans que l'on contrôle les médicaments

Les médicaments sont des « marchandises d'un caractère particulier ». Leur mise au point, leur production et leur distribution imposent des obligations spéciales tant à l'industrie chimique qui les fabrique qu'à l'autorité de contrôle.

Les efforts qui sont en cours dans le monde entier pour garantir au maximum l'innocuité des médicaments ne datent pas d'aujourd'hui. C'est en 1140 que le roi Roger de Sicile a promulgué la première loi du Moyen Âge sur les médicaments. En 1231 l'empereur Frédéric II de Hohenstauffen a édicté pour le royaume de Sicile une ordonnance sur les médicaments, en réalité un véritable code qui protégeait la population contre les abus de la noblesse féodale, du clergé et des fonctionnaires. Cette ordonnance a servi de modèle à bon nombre d'autres lois en la matière.

L'étape suivante fut la publication, sous l'estampille officielle, de registres spécialisés dont tous les fabricants de médicaments et de moyens thérapeutiques existants étaient tenus de respecter les prescriptions. Au XVI<sup>e</sup> siècle, ces registres prirent le nom de « pharmacopée ». Aujourd'hui encore, celles-ci sont constamment et rigoureusement mises à jour parallèlement à l'élaboration et à l'application de législations nouvelles sur les exigences requises pour l'enregistrement officiel de nouveaux médicaments.

## 200 coloris pour un tapis

La Manufacture des Gobelins vient d'achever un tapis de plus de 42 m<sup>2</sup> sur le thème « Explosion de couleurs », qui était initialement destiné à l'antichambre des appartements privés du Président Georges Pompidou à l'Élysée.

Six spécialistes ont travaillé pendant deux ans pour tisser les 2 661 980 points de laine, noués avec « liage en trame » par un fil de lin selon la technique propre aux Gobelins. Pour restituer fidèlement les cartons du peintre Agam, auteur du projet, 200 coloris différents ont été réalisés par la Manufacture des Gobelins à partir de colorants fournis par la société suisse Ciba-Geigy.

## Nouvelles des Communautés européennes

### Droit européen des brevets

Les travaux menés depuis 1959 à l'initiative de la Commission européenne pour instaurer un droit européen des brevets viennent de s'achever avec la signature, à Luxembourg, de la convention relative au brevet communautaire. Pour les États membres de la

Communauté, la convention relative au *brevet communautaire* constitue le complément indispensable à la convention sur le *brevet européen*, signée à Munich en 1973 par seize pays européens. Le brevet européen est un « ensemble » de brevets qui a, dans les pays signataires de la convention, les effets d'un brevet national, soumis aux réglementations nationales de chacun des pays signataires. Le brevet communautaire, par contre, institue un droit des brevets unitaire qui garantit qu'après sa délivrance le brevet européen sera soumis aux mêmes réglementations dans tous les États membres de la Communauté. Il constitue un tout et ne peut être transféré ou annulé que globalement. L'un des objectifs essentiels de la convention signée à Luxembourg est la suppression des obstacles territoriaux à la circulation des produits brevetés. C'est pourquoi il sera interdit de cloisonner le marché commun en neuf marchés nationaux. Les produits protégés par le brevet communautaire pourront circuler librement après que le titulaire du brevet les aura mis dans le commerce dans une partie quelconque de la Communauté. Des mesures transitoires sont cependant prévues : pendant une période de dix ans, le demandeur pourra choisir librement entre le brevet communautaire et le brevet européen. Il pourrait en effet ne vouloir obtenir une protection que dans un ou plusieurs États européens. La Commission européenne a déjà mis en garde les États membres de la Communauté contre toute disposition qui conduirait à restreindre le champ d'application des clauses économiques de la convention, au détriment de la libre circulation des marchandises : de telles dispositions ne seraient pas compatibles avec le droit communautaire.

#### Matières colorantes pour l'alimentation

La liste des matières colorantes pouvant être employées dans les denrées alimentaires va être une nouvelle fois modifiée. Tenant compte de l'avis formulé par le Comité scientifique européen de l'alimentation humaine, la Commission européenne vient en effet de proposer que neuf colorants soient interdits dès le 1<sup>er</sup> janvier 1978. Compte tenu des progrès de la science et de la technique, il est apparu que trop de données manquaient pour évaluer correctement la toxicité de ces colorants. Il est dès lors plus sage de ne plus les utiliser,

quitte à revoir leur cas si de nouvelles recherches apportent de nouvelles informations à leur sujet. C'est la cinquième fois, depuis qu'elle a été établie en 1962, que la liste des colorants utilisables dans les denrées alimentaires est amendée.

#### Sur les unités de mesure

Le système international S.I. des unités de mesure est périodiquement précisé et mis à jour : il est indispensable, en effet, d'utiliser toutes les ressources de la science et de la technique pour définir avec précision les unités de mesure, même les plus classiques comme le mètre (redéfini en 1960) ou la seconde (redéfinie en 1967). La Communauté européenne, elle aussi, a tout intérêt à utiliser les unités acceptées par le reste du monde : quand un technicien britannique parle d'un « horse power » (qui vaut 745,7 W) est-il bien sûr de se faire comprendre par son homologue du continent pour qui le cheval-vapeur vaut 735,498 W? La Commission européenne vient donc de proposer que la législation en vigueur dans les différents pays de la Communauté en matière d'unités de mesure soit progressivement rapprochée, pour que les Européens se comprennent entre eux et se fassent comprendre du reste du monde. On peut regretter la disparition prochaine de la stère (1 mètre cube de bois), du degré Celsius ou du degré Fahrenheit au profit du Kelvin, mais que les nostalgiques se rassurent : l'harmonisation des unités de mesure favorise l'efficacité mais rien n'empêche d'être, dans le langage quotidien, délicieusement désuet et poétique en parlant de calories (désormais 4,1868 Joules) ou de furlong (201,2 mètres). De toute façon, l'essentiel est préservé : la pint, fleuron du système impérial britannique, a obtenu un sursis.

#### Radioprotection

La comparaison des dosimètres utilisés en radioprotection a fait l'objet de plusieurs journées d'expérimentation organisées par la Commission européenne et le Commissariat français à l'énergie atomique. Des experts en dosimétrie individuelle représentant plus de vingt instituts nationaux des pays de la Communauté européenne ont pu à cette occasion tester et comparer leurs techniques et leurs appareillages,

notamment dans les conditions d'exposition communes aux centrales nucléaires et dans les conditions optimales d'étalonnage. Ces travaux apportent une contribution appréciable à la radioprotection des travailleurs exposés et à celle de la population.

La surveillance médicale des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants et non ionisants a fait l'objet d'un colloque scientifique organisé à Bruxelles les 28 et 29 novembre 1974. La Commission européenne vient de publier le texte intégral des rapports, présentés dans leur langue originale, qui ont été discutés lors de ce colloque. Cette publication peut être obtenue auprès de la Commission européenne, Direction de la protection sanitaire, 23, avenue Monterey, Luxembourg.

#### Substances radioactives dans les biens de consommation

Les problèmes que pose l'utilisation, sans cesse croissante, de biens de consommation courante contenant des substances radioactives ont fait l'objet d'un séminaire scientifique organisé à Luxembourg par la Commission européenne. Les experts en radioprotection, en santé publique et en droit nucléaire réunis à cette occasion ont estimé, à l'unanimité, que les normes de base communautaire en vigueur sont de nature à préserver efficacement la population. Les problèmes de santé publique et de radioprotection posés par l'utilisation accrue de produits irradiés nécessitent une information constante des autorités nationales et du public. Une telle information doit être basée sur la poursuite et le développement d'enquêtes prospectives et d'études diverses permettant de connaître avec précision l'ordre de grandeur réel et la nature exacte des radionucléides absorbés par les consommateurs. Ces recherches devront être menées tant au niveau de la fabrication et de l'utilisation qu'à celui du stockage, du rebut ou encore de l'importation. Il a été souligné à plusieurs reprises que les substances radioactives contenues dans des biens de consommation courante peuvent avoir des conséquences sur la santé qui sont égales, sinon supérieures, aux irradiations dues aux effluents radioactifs et aux centrales nucléaires.