

## INFORMATIONS GÉNÉRALES

### Membranes améliorées pour l'ultrafiltration de l'eau

Les procédés classiques de filtration se font par passage de solvant au travers du sable (qui retient les particules supérieures à 5 millièmes de millimètres, c'est-à-dire les levures et une partie des bactéries et colloïdes), par microfiltration (qui arrête jusqu'aux particules de quelques dixièmes de microns, soit l'essentiel des bactéries et des colloïdes, et une partie des macromolécules organiques et des virus), par ultrafiltration (qui stoppe jusqu'aux molécules de quelques millièmes de microns), et enfin par nanofiltration et osmose inverse (permettant de bloquer, jusqu'au dix millième de micron, les composés organiques et les sels dissous).

Parmi ces différents procédés, l'ultrafiltration, capable d'arrêter les molécules de poids moléculaire élevé (supérieur à 10.000 daltons), a été initialement appliquée en agro-alimentaire pour la filtration du lait et pour la purification de protéines).

Appliquée au traitement de l'eau par Victor Sanchez et Philippe Aptel (médaille d'argent 1989 du CNRS) du Laboratoire de génie chimique de Toulouse (unité associée CNRS-École nationale supérieure d'ingénieur de génie chimique-Université Paul Sabatier), en collaboration avec la Lyonnaise des Eaux - Degrémont, l'ultrafiltration permet d'arrêter les particules les plus fines et les colloïdes, sans altérer la qualité minérale et donc gustative de l'eau, puisque les sels dissous traversent la membrane. Ce procédé présente donc au moins deux avantages : son pouvoir de séparation est bon, et il permet de s'affranchir de réactifs, tels que les coagulants ou les flocculants, nécessaires en microfiltration.

Les membranes industrielles ont été depuis longtemps (et sont encore) produites à partir d'acétate de cellulose (pour les appareils de dialyse notamment) ; cependant, de nouveaux polymères aux propriétés particulières de résistance chimique sont maintenant utilisés.

Les membranes expérimentées en ultrafiltration au Laboratoire de génie chimique de Toulouse sont minérales ou organiques. Les premières, constituées d'oxyde de zirconium déposé sur du carbone, sont fabriquées par Techsep, filiale de Rhône-Poulenc. Les secondes sont des polymères du type polysulfure, polyéthersulfone, ou polyvinylidène fluoré (PVDF), et de forme plane ou cylindrique : ce sont alors les « fibres creuses ».

Au sein d'un « module » de filtration sont assemblées entre 20 fibres (module de laboratoire) et des milliers de fibres (module

industriel). Chaque fibre est un petit tube de polymère d'un diamètre intérieur de 0,4 à 0,5 mm, obtenu par coagulation d'une solution polymère. Les pores, à peu près calibrés et occupant entre 10 et 20 % de la surface totale, se forment par évaporation du solvant. Cet assemblage en tubules offre une très grande surface d'échange et donc une production d'eau potable importante pour un volume réduit d'installation. On peut ainsi disposer d'une surface d'échange de 5 m<sup>2</sup> dans une colonne d'environ 1 m de long et 20 cm de diamètre. Ce type de fibre, au prix de revient moindre que celui des membranes minérales, est maintenant directement fabriqué par la Lyonnaise des Eaux. Plusieurs unités de filtration utilisant ce procédé, et prévues pour traiter des eaux à turbidité occasionnelle, ont déjà été installées, notamment à Amoncourt en Haute-Saône (traitement pour 10 m<sup>3</sup>/h), à Douchy dans le Loiret (50 m<sup>3</sup>/h), et au Mont-Valérien à Suresnes (10 m<sup>3</sup>/h) où l'ultrafiltration est combinée à l'adsorption sur charbon actif pour traiter une partie des eaux de la Seine.

Du point de vue du procédé, l'ultrafiltration peut fonctionner de deux manières. Selon le mode frontal, où le liquide à filtrer se déplace perpendiculairement à l'axe des fibres sous l'effet combiné de la pression que l'on impulse dans le circuit et de la perméabilité de la membrane : le procédé est peu coûteux en énergie, mais il ne peut s'appliquer qu'à des eaux peu chargées en matière en suspension. Selon le mode tangentiel, où l'on imprime au liquide une vitesse tangentielle à l'axe des fibres d'environ 10 à 100 cm/s. Dans ce cas, le coût énergétique est supérieur mais reste inférieur à 500 Wh/m<sup>3</sup>, mais le colmatage de la membrane est moins important. De plus, les dépôts de matière, quelle que soit leur importance, peuvent être décrochés régulièrement par simple lavage. La durée de vie de ces fibres creuses est d'au moins deux ans.

Une meilleure maîtrise de la sélectivité des membranes, c'est-à-dire de l'homogénéité des pores, est l'un des objectifs techniques qui reste à atteindre. Dans ce but, l'équipe de Victor Sanchez du Laboratoire de génie chimique et, depuis peu, le Groupement de recherche « filtration-fibres creuses » se sont associés à l'équipe de Jacques Beauvillain du Centre d'élaboration de matériaux et d'études structurales - Laboratoire d'optique électronique (unité propre du CNRS, Toulouse) afin de mettre au point une méthode optique de caractérisation directe des membranes organiques d'ultrafiltration. En aménageant la technique de microscopie

électronique à effet tunnel, ils ont réussi à quantifier le nombre de pores par unité de surface, soit 10<sup>14</sup> trous/m<sup>2</sup>, alors que le modèle statistique prévoyait environ 10<sup>15</sup> trous/m<sup>2</sup>.

#### *Une autre façon de réaliser des membranes microporeuses*

Une autre méthode de perforation de membranes organiques consiste à les bombarder au moyen d'un faisceau d'ions lourds, ce qu'on appelle parfois l'implantation ionique. Cette technique est utilisée par le Service des applications industrielles des faisceaux du Grand accélérateur national d'ions lourds (laboratoire commun CNRS-CEA) à Caen, dans le cadre d'un contrat avec Biopore, une PME française à capitaux américains. Le principe en est le suivant : un flux de particules lourdes énergétiques (KeV/uma à 100 MeV/uma) frappant un polymère (polycarbonate, acétate, PVDF) provoque une rupture des chaînes moléculaires et crée une trace latente qui est ensuite révélée par un traitement chimique à la soude. Le diamètre des pores obtenu dépend du temps d'attaque chimique. D'autre part, la vitesse d'attaque le long de la trace est principalement fonction du taux d'irradiation primaire créé par l'ion incident le long de son parcours, tandis que la profondeur de pénétration de l'ion dépend de l'énergie incidente. C'est pourquoi on utilise des ions moyens à lourds (krypton) plutôt que des ions légers (carbone, oxygène, néon). Selon la durée de l'attaque chimique, on obtient des pores de diamètre variable (de 0,01 à plusieurs micromètres).

Cette technique présente deux avantages par rapport à la coagulation : elle permet d'obtenir des pores de diamètre peu dispersé et leur section est à peu près circulaire et le profil rectiligne.

Le contrat passé entre le GANIL de Caen et la société Biopore en est actuellement au stade de la production industrielle, grâce à la mise au point d'un dispositif spécial : les sources d'énergie étant insuffisantes, il a été possible d'effectuer les irradiations dans l'air et de concevoir un gros dérouleur rapide de film (quelques mètres à plusieurs kilomètres par heure).

*Contact chercheurs : Victor Sanchez, Laboratoire de génie chimique, Toulouse, tél. : 61.55.67.99. Philippe Aptel, actuellement détaché à la Lyonnaise des Eaux, au Laboratoire des membranes, Toulouse, tél. : 61.36.30.36. Claude Bieth, Service des applications industrielles des faisceaux, Grand accélérateur national d'ions lourds, Caen, tél. : 31.45.45.27.*

## Nouvelles membranes ioniques

Les membranes ioniques sont des films polymères perméables aux ions. Elles sont largement utilisées en électrochimie appliquée (pile à combustible, électrolyse de l'eau, électrolyse chlore-soude) ainsi que dans les techniques séparatives. On les utilise aussi en électrodialyse pour le dessalement des eaux saumâtres, le traitement du lactosérum (ou petit lait) et la reconcentration du chlorure de sodium à partir de l'eau de mer.

Les nouvelles membranes fluorées sont obtenues par irradiation sous rayonnement d'électrons. Elles présentent, par rapport aux membranes du commerce, des propriétés tout à fait remarquables :

1. Les membranes échangeuses d'anions sont très peu perméables aux protons  $O_2$ , la plupart des effluents industriels (métallurgie) sont acides : ces membranes fluorées sont donc particulièrement bien adaptées au traitement des rejets industriels acides.

2. Une très bonne résistance aux milieux oxydants. Des essais ont montré que les membranes restaient intactes pendant plus de six mois en présence d'acide chromique, à la fois oxydant et acide fort, alors que les membranes du commerce résistent moins de deux mois.

3. Une très faible interaction de la matrice membranaire avec les molécules organiques des rejets industriels, à la différence des autres membranes qui, à la longue, sont obstruées par les détergents ou les peptides (molécules à poids moléculaire élevé).

L'ensemble de ces propriétés rend ces nouvelles membranes utilisables dans d'autres secteurs que l'industrie nucléaire pour laquelle elles étaient primitivement destinées. Elles sont particulièrement adaptées au traitement des effluents acides des rejets industriels par électrodialyse et électro-électrodialyse. Il est possible avec ces techniques de récupérer certains métaux ainsi que les acides des rejets industriels. Plusieurs projets de ce type sont au stade de la préindustrialisation.

Par ailleurs, le faible pouvoir de fixation des substances organiques sur la matrice des membranes les rend aptes à l'extraction par électrodialyse de molécules issues de fermentations telles que les acides organiques (acides lactiques, citrique, etc.), les acides aminés et les coproduits valorisables.

La société Morgane produit et commercialise ces membranes depuis 1989, en association avec la société Acome qui dispose d'un irradiateur de très grande capacité, la société Corning qui commercialise les électrodialyseurs et Framatome.

Contact chercheur : Claude Gavach, Montpellier. Tél. : 67.61.34.09 ou 67.61.34.01

## Des trous dans les céramiques supraconductrices

En s'appuyant à la fois sur des considérations théoriques et sur des faits expérimentaux, des chercheurs de Philips à Eindhoven ont

montré que, dans les céramiques supraconductrices, il existait une relation entre valence de liaison des ions cuivre (et valence de liaison des ions oxygène) et température critique.

Cette relation permet de prévoir la température critique de nouveaux oxydes de cuivre supraconducteurs. De plus, elle montre que l'on obtient des températures critiques élevées dans les oxydes où les porteurs de charge positive (les trous) sont localisés surtout sur les ions oxygène.

Les céramiques supraconductrices, que Bednorz et Müller (laboratoire de recherche IBM de Zurich) ont été les premiers à décrire, constituent une famille de composés dont la plupart contiennent du cuivre et de l'oxygène. On les appelle des cuprates. Le phénomène de supraconductivité apparaît dans les couches cristallines comportant les ions cuivre et oxygène. On connaît maintenant des structures à couches oxygène-cuivre simple, double ou triple (figure 1).

Les cuprates de baryum et d'yttrium, les cuprates de lanthane et de strontium, et les cuprates de thallium, baryum et calcium représentés sur la figure 1 sont des exemples typiques de ces céramiques supraconductrices. Leur température critique  $T_c$  dépend de leur composition et, pour des composés comportant les mêmes éléments, des pourcentages des différents éléments.

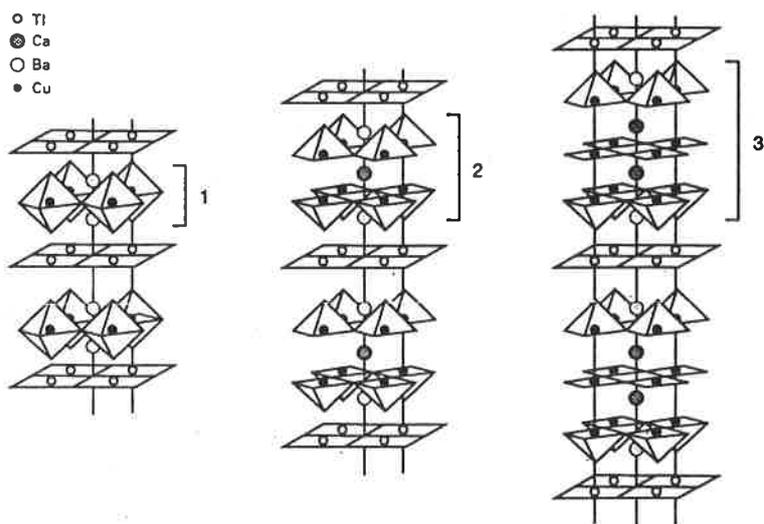


FIGURE 1. - Structure de quelques oxydes de cuivre, thallium, baryum-calcium.

A la suite des découvertes de Bednorz et Müller, de nombreux chercheurs ont essayé de comprendre tant le mécanisme de la supraconductivité que le lien entre la structure du matériau et la température critique. Aucune relation n'a pu être établie entre la température critique et l'un ou l'autre des paramètres suivants : nombre de couches cuivre-oxygène par cellule cristalline, nombre d'ions voisins des ions cuivre, distance entre ions cuivre et ions oxygène dans les couches.

Cependant, si l'on calcule la valence de liaison (bond strength,  $b$ ) entre un ion cuivre et tous les ions oxygène voisins (ou entre un ion oxygène et tous les ions métalliques voisins), à l'aide d'une formule semi-empirique qu'on trouve dans la littérature, comme l'on fait les chercheurs de Philips, on voit apparaître une relation entre ces grandeurs et la température critique.

Dans cette formule, on a donné aux paramètres des valeurs telles que la valence de liaison totale calculée soit la plus proche possible de la valence formelle des ions cuivre et oxygène.

Les résultats sont reportés sur la figure 2. Cette dernière montre que les températures de transition les plus élevées correspondent aux plus faibles valences (toujours positives) du cuivre et aux plus faibles valences (toujours négatives) de l'oxygène. On en déduit que la température critique est élevée quand il y a relativement beaucoup de

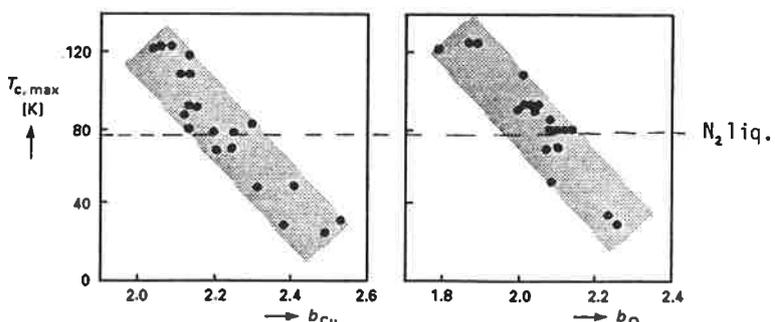


FIGURE 2. - Température critique  $T_c$  tracée en fonction de la valence de liaison calculée des ions cuivre et oxygène (bond strength,  $b_{Cu}$  et  $b_O$ ).

porteurs de charge positive sur les ions oxygène, c'est-à-dire des lacunes en électrons, ou autrement dit des trous. Ainsi, la supraconductivité pourrait être une conduction par trous sur l'oxygène, les trous dans un plan cuivre-oxygène sautant d'un ion oxygène à l'autre.

### **BASF confirme la construction d'un vapocraqueur à Anvers**

Le directoire de BASF AG a entériné définitivement la construction, annoncée dès l'an dernier, d'un vapocraqueur sur le site de BASF Anvers. C'est Linde AG qui a été choisie pour la réalisation de cette nouvelle unité livrée clés en main.

Son coût - environ 1,3 milliard de DM (4,5 milliards de F) - fait de cette unité d'éthylène le plus important projet d'investissement de toute l'histoire de BASF. Le démarrage est prévu pour le milieu de 1993. Sa capacité annuelle sera de 600 000 tonnes d'éthylène. L'unité sera conçue de manière à pouvoir également utiliser les GPL.

Le contrat de retraitement prévu avec Dow Europe permettra à BASF d'obtenir un rapport satisfaisant entre la capacité de son nouveau vapocraqueur et ses besoins en éthylène. BASF continuera à jouer un rôle important comme acheteur de propylène et d'arômes. Presque tous les grands craqueurs européens ont été revampés, automatisés, poussés au maximum de leur capacité par des additions dont le coût d'investissement à la tonne d'éthylène produit est bien inférieur à celui d'une unité neuve. Quelques possibilités demeurent cependant, dont la plus notable est celle du craqueur de Dunkerque qu'Orkem voulait céder à Enimont, mais dont Atochem a réussi à conserver une part.

BASF, elle, a sauté le pas, mais avec l'aide de Dow qui reprendra une part importante de la production permettant à l'unité de tourner dès le départ à son maximum.

### **Hoechst a démarré 120 000 t de polypropylène à Lillebonne**

L'unité, d'une capacité initiale de 120 000 t, mais qui pourra facilement atteindre et dépasser sans doute les 150 000 t/an, a été réalisée sur procédé Himont - procédé en phase propylène liquide, sans solvant, qui utilise un propylène à 95 % venant des craqueurs d'Atochem et d'Esso auxquels est renvoyé le propane séparé après dégazage de la suspension de polymère sortant du réacteur. Les catalyseurs sont également fournis par le bailleur de licence.

Après avoir été longtemps le champion du PE haute densité, le leader de la chimie mondiale s'est engagé à son tour dans le PP, dont la croissance annuelle continue depuis des années à s'exprimer par deux chiffres. Il est vrai que ses emplois, dans l'automobile comme dans le film, ne cessent de se

développer. En tout cas, Hoechst a fait preuve de modestie, de réalisme et d'efficacité en adoptant le procédé italien qui confirme ainsi son leadership mondial.

Que sera l'avenir ? Les procédés de polymérisation sont aujourd'hui simples, efficaces et peu coûteux. Le PP a bénéficié jusqu'à il y a peu d'un prix de monomère intéressant : le ratio P/E se situait à 0,6. Aujourd'hui, le propylène vaut 0,8 à 0,9 fois celui de l'éthylène. Aux USA, on voit parfois leurs prix être identiques.

En étant puissant sur les deux polymères et en poursuivant sa longue stratégie de non-intégration à l'amont, Hoechst continuera sans doute longtemps à faire de ces grands polymères de masse (mais dont il est de bon ton de dire qu'ils ne sont constitués que de spécialités) une confortable source de profit.

### **Chimie fine du phénol : Rhône-Poulenc persiste et signe**

Rhône-Poulenc a inauguré le 19 octobre dernier, à Bangpoo (Thaïlande), une nouvelle unité de paracétamol (hydroxy-4 acétanilide), le 2<sup>e</sup> analgésique en volume après l'aspirine.

Cette unité, d'une capacité de 900 t/an, est située sur le même site que l'unité d'aspirine rachetée à Monsanto en 1989. Elle appartient à Rhône-Poulenc Thai Industries, une joint venture entre Rhône-Poulenc (74 %) et Osothapha Co. Ltd. (26 %).

Rhône-Poulenc est n° 1 mondial pour l'aspirine et le paracétamol. Cette nouvelle unité complète son réseau industriel avec des sites de production de paracétamol en France, aux USA et en Thaïlande, et des sites de production d'aspirine en France, aux USA, Royaume-Uni et Thaïlande.

Rappelons que, en juillet dernier, Rhône-Poulenc a démarré, sur son site de Baton Rouge (États-Unis), une unité de production de vanilline et d'éthylvanilline. Il s'agit de la première phase d'un investissement de plus de 150 M\$ comprenant des unités de catéchol, d'hydroquinone, de gaiacol et d'autres dérivés.

L'unité de vanilline, dimensionnée pour répondre aux besoins du marché pendant les prochaines années, est la plus importante construite à ce jour dans le monde. Elle utilise un procédé Rhône-Poulenc à partir du gaiacol.

### **BASF reconstruit à Anvers une unité d'oxyde d'éthylène**

Le directoire de BASF AG a décidé la reconstruction, sur son site d'Anvers, de l'unité d'oxyde d'éthylène détruite en 1989 à la suite d'une explosion dans sa section de purification.

La construction de la nouvelle unité débutera en 1991. Sa mise en service est prévue pour le début de 1993. Sa capacité annuelle sera

portée de 150 000 à 250 000 tonnes. Montant de ce nouvel investissement : 1,3 GF.

### **Vers un nouveau traitement du cancer**

Les traitements des tumeurs par des rayonnements ionisants présentent l'inconvénient majeur de manquer de sélectivité et de détruire des cellules saines environnantes. Des recherches se développent pour améliorer cette sélectivité, telle la boroneurothérapie.

Le principe de cette technique, signalée par la lettre bimensuelle d'information *CNRS Info*, vise à une absorption sélective de bore dans la zone maligne et à une irradiation par un flux neutronique de cet endroit.

Le bore a deux isotopes naturels de masse 10 et 11, dans des proportions respectives de 18 et 72 % ; seul l'isotope le plus léger présente ici un intérêt. Soumis à un flux de neutrons, le bore participe à une réaction nucléaire aboutissant à l'émission d'une particule  $\alpha$  énergétique (2,4 MeV). Cette particule a un pouvoir d'ionisation très élevé et un parcours très réduit (10  $\mu$ m), provoquant ainsi des dégâts radiolytiques très importants dans une zone très limitée.

Outre cette caractéristique, la méthode présente deux avantages complémentaires :

- la probabilité de capture du neutron par l'isotope 10 du bore est élevée,

- les neutrons ne sont pas des particules ionisantes et ils produisent relativement peu de dégâts dans les tissus vivants.

La première partie du travail de recherche, qui s'effectue à Strasbourg, porte sur des cultures de cellules de mélanome veal humain. Une mise en culture vient d'être entreprise avec succès à partir de prélèvements effectués chez un patient ayant dû subir une énucléation. Ces cultures, une fois clonées, seront utilisées, dans une première étape, pour déterminer l'absorption de molécules contenant du bore (borophénylalanine, borocaptate, décaborane, thiouracil) et leur toxicité, puis, dans une seconde étape, pour la mesure du pourcentage de survie des cellules en fonction du flux de neutrons.

Dans une étape ultérieure, des essais seront effectués in vivo sur des animaux.

Un dossier est en cours de préparation pour introduire auprès du Comité d'éthique une demande d'autorisation d'expérimentation sur des patients en attente d'opération en vue de déterminer la fixation du bore dans les zones malignes.

Ce programme, essentiellement orienté vers le traitement des tumeurs oculaires, viendra compléter les travaux déjà réalisés à l'étranger sur des mélanomes de la peau et sur des tumeurs du cerveau pour lesquels des résultats très prometteurs ont été enregistrés chez l'homme au Japon.

Contact chercheurs : José Sabel, directeur du Laboratoire d'anatomie pathologique

oculaire, Université Louis-Pasteur, Strasbourg. Tél. : 88.16.17.18. Et : Jean-Charles Abbé, directeur de recherches au CNRS, Laboratoire de chimie nucléaire, Strasbourg. Tél. : 88.28.64.05.

## Les accidents industriels majeurs

Le Cerchar (Centre d'Études et Recherches de Charbonnages de France) a organisé, en collaboration avec le groupe d'assurances espagnol MAPFRE, l'organisme hollandais de recherche scientifique appliquée TNO, et avec le concours de la revue *Préventique*, un colloque international sur les accidents industriels majeurs, quelles leçons en tirer ? Ce colloque s'est tenu les 20 et 21 septembre 1990 et a réuni une trentaine d'experts venus de 10 pays.

Les dommages dus au feu, aux explosions et aux matériaux réactifs, les explosions de gaz, l'impact des grands accidents sur l'industrie des procédés chimiques, l'échange d'informations sur les accidents majeurs dans la CEE, la directive de Seveso, les leçons tirées de l'accident de Bhopal, le droit européen face aux catastrophes

industrielles, le stockage de produits chimiques sur les sites industriels, les conséquences des accidents majeurs sur l'environnement, les accidents pendant le transport de matières dangereuses, le comportement humain et l'information préventive des populations, la gestion de crise, les plans d'urgence et les cindyniques (sciences du danger) sont les thèmes qui ont été à l'ordre du jour.

Pour limiter ces risques, des efforts ont été faits. Ainsi, aux États-Unis, on s'est attaché, par exemple, à supprimer les accidents liés aux réactions exothermiques ou aux émissions accidentelles, mais ces efforts sont cependant limités à un certain nombre de conditions définies et regroupées dans les lois « Murphy ». Certains risques ne sont pas reconnus comme tels, par exemple, pour certains matériaux qui sont produits, transportés, consommés et stockés à un niveau qui n'avait pas été envisagé jusqu'alors, pour des produits nouveaux qui apparaissent sur le marché.

Pour les explosions dues aux gaz, la description des prévisions des dégâts peuvent être déterminée grâce au code FLACS (Flame Acceleration Simulator) élaboré au CMI, l'Institut norvégien Chr. Michelsen.

Pour les grands accidents dans l'industrie des procédés chimiques, la vulnérabilité des personnes humaines doit être prise en compte et l'usage multiplié des méthodes QRA (analyse quantitative des risques) ne résoudra pas ce problème ; à cet égard, l'évaluation de la sécurité des procédés dès les premiers stades de leur étude ainsi qu'une étude détaillée sur la sécurité (HAZOP) pour la conception de l'installation s'avèrent indispensables.

Les rapports d'accidents aux articles 10-12 de la directive de Seveso, signalés par les états membres de la CEE, sont rassemblés dans la banque de donnée MARS (Major Accident Reporting System) établie aux JRC/ISE. Il existe également un centre de documentation de la Communauté sur les risques industriels, la CDCIR, à Ispra (Italie).

La directive de Seveso impose aux pouvoirs publics d'informer les populations sur les consignes d'urgence qu'elles doivent appliquer. Afin de déterminer une stratégie de communication qui tienne compte des contraintes impliquées, une analyse comparative sera faite entre deux différents sites industriels de la France : Marseille et Grenoble.

*Cerchar, boîte postale 2, 60550 Verneuil-en-Halatte.*

## Fiches catalyse

A l'intérieur de la division "Catalyse", *L'Actualité Chimique* a commencé en 1987 la publication d'un ensemble de fiches qui, dans une forme claire et concise, font le point sur les divers aspects des phénomènes catalytiques et sur leurs applications industrielles.

A ce jour, 24 fiches sont parues :

1. Clusters hétérométalliques.
2. Les zéolithes et tamis moléculaires synthétiques.
3. La désulfuration des fractions pétrolières : l'HDS.
4. Synthèse industrielle de l'acide acétique par carbonylation du méthanol.
5. Les procédés Dimersol et Alphabutol.
6. La carbonylation de l'acétate de méthyle.
7. Les zéolithes naturelles.
8. Procédé et catalyse Claus.
9. Le craquage catalytique en lit fluide.
10. Époxydation des oléfines par hydroperoxydes d'alkyle.
11. Traitement catalytique des gaz d'échappement.
12. Supports en alumine - procédés de fabrication.
13. Ligands et complexes.
14. Ligands et catalyse.
15. Catalyse Ziegler-Natta.
16. Texture et structure des catalyseurs par l'image.
17. Microscopie analytique (composition des catalyseurs à l'échelle nanométrique).
18. Les mesures de surface et de porosité.
19. La réduction catalytique sélective des oxydes d'azote.
20. Synthèse de l'acrylonitrile.
21. Synthèse de l'acétate de vinyle monomère.
22. Addition de composés à méthylène actif sur des diènes conjugués.
23. L'hydrodésazotation des fractions pétrolières : l'HDN.
24. Hydroformylation en milieu biphasique.

Deux nouvelles fiches paraissent dans ce numéro de *L'Actualité Chimique* :

25. La désactivation par cokage des catalyseurs métalliques.
26. La désactivation par cokage des catalyseurs zéolithiques.

*Ces fiches sont disponibles à la Société Française de Chimie au prix unitaire de 20 F TTC.*