L'Institut de Recherches sur la Catalyse

Un lieu interdisciplinaire de rencontres entre recherche fondamentale et applications

Jacques C. Védrine* *directeur adjoint,* **Igor Tkatchenko*** *directeur*

Unité propre du CNRS, l'Institut de Recherches sur la Catalyse (IRC) a pour mission première de contribuer au développement des bases fondamentales de la catalyse (*encadré* Le potentiel de l'IRC).
Cette mission, qui concerne essentiellement la catalyse hétérogène (gaz-solide, gaz-liquide-solide) a également fait appel à d'autres types de catalyse : la catalyse de coordination (catalyse homogène) y est considérée pour son intérêt intrinsèque et sa capacité à induire des transferts conceptuels de la Chimie moléculaire.
À cette mission se sont ajoutées la formation par la recherche qui concerne l'encadrement doctoral et l'enseignement spécialisé tant au niveau universitaire qu'au plan de la formation permanente, les applications de la recherche qui amènent des collaborations étroites avec le secteur industriel. Ces fonctions ont conduit l'IRC à tenir un rôle de «leader» national et international dans le domaine de la catalyse.

* Institut de Recherches sur la Catalyse, 2, avenue Albert Einstein, 69626 Villeurbanne Cedex. Tél. : 72.44.53.00. Fax : 72.44.53.99.

Le croisement des compétences et des techniques

L'association de compétences dans les domaines de la chimie du solide, de la chimie organique, de la chimie de coordination, de la science des surfaces, de la chimie physique et de la chimie théorique a ouvert de nouvelles perspectives à la catalyse hétérogène qui, d'outil, est devenue une science élaborant ses propres concepts. La présence de ces différentes disciplines à l'IRC contribue pleinement à ce développement.

Toutefois, celui-ci n'a pu se faire sans le recours aux grandes techniques de caractérisation. Dès la création de l'IRC à l'automne 1959, le professeur Marcel Prettre a perçu l'importance des moyens de caractérisation du volume et de la surface des matériaux catalytiques et des méthodes d'études des réactions qui les mettent en œuvre. L'Institut de Recherches sur la Catalyse (*photo 1*) a ainsi généralisé l'emploi de molécules sonde en spectroscopies, a contribué aux techniques d'observation in situ, a développé des techniques d'étude des surfaces (*photo 2*). En bref, il a su adapter aux besoins spécifiques de la catalyse hétérogène de très nombreuses méthodes de caractérisation et d'identification (*photo 3*) : spectroscopies de RMN (solide et liquide), IR, UV-vis, Mössbauer, microscopie électronique à haute résolution (avec analyse par EDX et ELS), microscopie en champ proche (AFM, STM), diffraction et diffusion des rayons X (distribution électronique radiale, diffusion centrale, diffusion aux petits angles), magnétisme, microcalori-

Photo1 - **L'Institut de Recherches sur la Catalyse à Villeurbanne (vue partielle).**

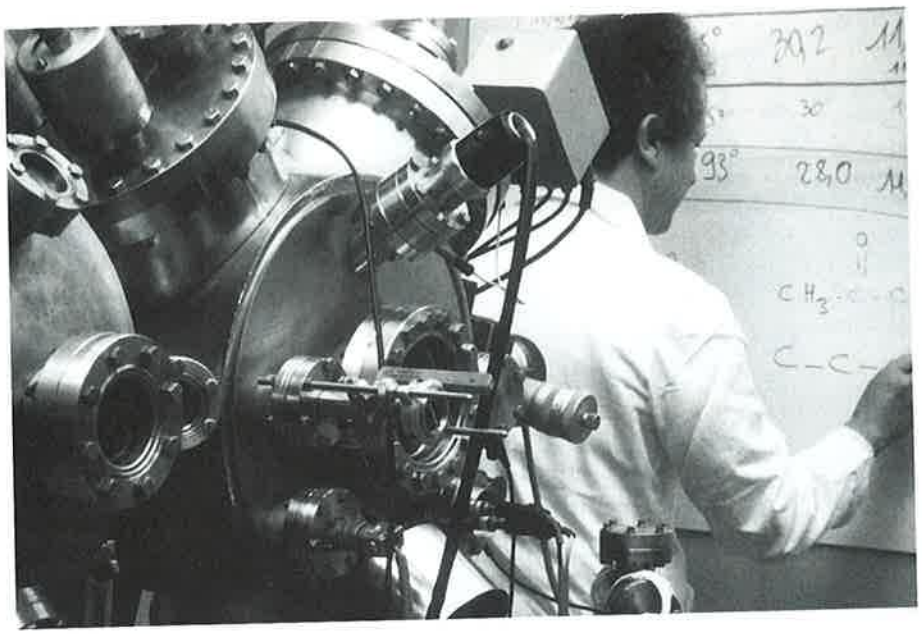

Photo 2 - **Bâti d'ultravide pour dépôt d'atomes métalliques sur une surface et pour leur caractérisation par spectroscopie Auger et en test catalytique.**

métrie... Il a également développé des compétences dans l'utilisation des très grands équipements comme le LURE (EXAFS, XANES), l'ILL (diffusion inélastique des neutrons) et maintenant l'ESRF.

La structure du laboratoire est de type matriciel : une trentaine d'opérations de recherche, regroupées en six objectifs scientifiques, sont conduites, le plus souvent en collaboration, par les huit groupes de compétences (*encadré* Le potentiel de l'IRC). Deux objectifs scientifiques «horizontaux», matériaux à propriétés contrôlées (animatrice : Michèle Breysse) et Développements méthodologiques (animateur : Jacques C. Védrine) assurent l'amont et l'aval de trois objectifs scientifiques «verticaux», Catalyse de fonctionnalisation d'alcanes et d'arènes (animateur : Guy A. Martin), Catalyse hétérogène chimio-, régio- et stéréosélective (animatrice : Agnès Choplin) et Procédés propres et dépollution (animateur : Pierre Gallezot) générateurs d'opérations de recherche à caractère fondamental et/ou finalisé. Cette activité conduit en moyenne à 120 publications par an, 5 brevets, 15 conférences invitées dans des congrès et plus d'une centaine de contributions orales et par affiche. Enfin, un objectif scientifique de caractère exploratoire complète cette structure, en prenant en charge le renouvellement des thématiques de recherche (animateur : Igor Tkatchenko).

Un rôle de leader national et international

Une telle activité est complétée par une importante formation pour et par la recherche. Les personnels présents à l'IRC assurent de nombreux enseignements en 2e et 3e cycles de l'université et des écoles d'ingénieurs locales. Des cycles de formation permanente existent depuis plus de 15 ans : on peut citer les stages sur les techniques de caractérisation des catalyseurs qui connaissent une large audience et les stages en cinétique et catalyse. L'Institut de Recherches sur

L'IRC et la catalyse

La catalyse est bien vivante à Lyon et en région Rhône-Alpes où recherche et industrie contribuent à son essor et à son renouvellement. Unité propre du CNRS créée sous l'impulsion du professeur Marcel Prettre, l'Institut de Recherches sur la Catalyse a puissamment participé à ces développements. Après la période fondatrice (1959-1973), il a été dirigé successivement par Boris Imelik (1973-1984), Raymond Maurel (1984-1988) et Danièle Olivier (1988-1993). Actuellement Igor Tkatchenko en assure la direction avec Jacques C. Védrine, directeur-adjoint.

De nombreux essaimages témoignent du rôle important de l'IRC dans la structuration de cette discipline en France. Ils donnèrent naissance au Laboratoire des matériaux organiques (Alain Guyot, CNRS-Solaize), au Laboratoire de cinétique et thermodynamique chimique (Stanislas J. Teichner, université Claude Bernard - Lyon I), au laboratoire de photocatalyse, catalyse et environnement (J.-M. Herrmann, Pierre Pichat, École Centrale de Lyon). Ils contribuèrent aussi au renouvellement d'autres laboratoires tels que le laboratoire de réactivité et des surfaces (Michel Che et Denise Barthomeuf, université Pierre et Marie Curie - Paris 6), le Laboratoire de chimie organique physique et cinétique chimique appliquée (François Figueras, ENSC Montpellier), le Laboratoire de chimie de coordination du CNRS (Danielle et Igor Tkatchenko, , Toulouse). De nouvelles structures, les unités mixtes de recherche (UMR), traduisirent l'interaction avec les industriels : Rhône-Poulenc (Pierre Fouilloux), Elf-Antar (Michel Forissier et Pierre Turlier) et l'Institut Français du Pétrole ont bénéficié des compétences de l'IRC dans les domaines associés à la catalyse fondamentale. Des interactions originales avec l'ENS-Lyon (Laboratoire de chimie théorique, Bernard Bigot) sont apparues et devraient pouvoir encore se développer. Plus récemment, de nouveaux essaimages ont amené la création d'une UMR avec l'Université Claude Bernard - Lyon I (Michel Primet) et d'une autre avec CPE Lyon (Jean-Marie Basset). Associée au génie des procédés catalytiques, la catalyse doit donner à Lyon un centre d'excellence unique en France et très certainement même au monde.

Dans le contexte de la formation, il faut dénombrer plus de 400 thèses soutenues depuis 1962. Environ le tiers des doctorants ont poursuivi une carrière dans le secteur industriel ; plus de 75 ont été préparées par des doctorants étrangers, en particulier d'Amérique latine. Les «anciens» de l'IRC sont de ce fait présents dans plus de 30 pays et dans une quarantaine d'entreprises françaises et étrangères. Cette formation par la recherche est complétée par des actions de formation permanente dont certaines ont été lancées voici plus de 15 ans : stages en techniques de caractérisation des catalyseurs, en cinétique, contributions actives à des écoles COMETT, etc.

la Catalyse assure en permanence l'encadrement d'environ 60 doctorants, ce qui se traduit par la soutenance de 15-20 thèses par an. Il contribue également à la formation de stagiaires tant au niveau prédoctoral que postdoctoral, cette dernière activité connaissant un développement important depuis quelques années. En outre, il a contribué par essaimage au développement de la catalyse en France (encadré L'IRC et la catalyse).

L'action de l'IRC concerne également les relations avec le secteur industriel qui se traduit par le nombre important des contrats entrepris en collaboration avec l'industrie sur des thématiques fondamentales (l'Institut de Recherches sur la Catalyse est, par le volume de ses contrats, la quatrième unité de tout le CNRS). Cette action se traduit par de nombreuses thèses cofinancées, par le dépôt de nombreux brevets et même à la base du développement à l'échelle pilote de procédés (par exemple : conversion du méthanol en oléfines légères sur mordénite désaluminée, méthanation du gaz de synthèse).

Le potentiel de l'IRC

Effectifs :
104 permanents (chercheurs du CNRS : 49 ; chercheurs de l'enseignement supérieur : 4 ; personnels de soutien : 51), 109 non permanents (étudiants en DEA : 22 ; doctorants : 47 ; postdoctorants et stagaires : 40), représentant au total 21 nationalités.

Budget :
1993 : 59 360 kF en budget consolidé,
13 230 kF en budget public,
7 730 kF en budget contractuel.

Collaborations :
Relations effectives avec 90 laboratoires académiques (dont 60 à l'étranger), relations contractuelles avec 12 centres de recherche industriels (20 contrats industriels en permanence).

Groupes de compétences
- Catalyse par complexes moléculaires immobilisés (A. Choplin)
- Catalyse en synthèse organique (P. Gallezot et M. Lemaire)
- Chimie théorique (Ph. Sautet et B. Bigot)
- Mécanismes et génie catalytique (J.-A. Dalmon)
- Métaux et alliages (A. Renouprez)
- Oxydes métalliques (J.-C. Volta)
- Sulfures (M. Breysse)
- Zéolithes (P. Mériaudeau)

Photo 3 - : **Montage standard de microtest catalytique automatisé.**

L'IRC a toujours accueilli des chercheurs étrangers pour une formation doctorale et parfois postdoctorale. Cette vocation est bien ciblée (Europe, Amériques, Mahgreb, Inde, Japon) et met de plus en plus l'accent sur le niveau postdoctoral et de nouvelles formes de coopération. Elle s'ouvre de plus en plus au partenariat : le jumelage avec le Boreskov Institute of Catalysis (Novosibirsk, Russie), des liens privilégiés avec le NIOK (Eindhoven, Pays-Bas), le LBL (université de Berkeley, USA) et l'Institute of Physical Chemistry (Dalian, Chine), le CEFIPRA (Inde), la promotion de l'Institut de Catalyse de Saïgon figurent parmi les dernières actions en ce domaine.

Le partenariat concerne également l'École Normale Supérieure de Lyon, l'université Claude Bernard Lyon I et l'ensemble que va constituer CPE Lyon. Ces ouvertures vers la chimie théorique, l'environnement, le génie des procédés catalytiques témoignent de la vitalité de l'IRC et de son souci permanent d'ouverture, le propre d'un «leader»...