



*Séance solennelle de remise des Prix de l'Académie des sciences / 22 novembre 2011*

**Discours de Avelino Corma,  
lauréat de la Grande Médaille de l'Académie des sciences**

Monsieur le Président, Monsieur le vice-Président,  
Madame et Monsieur les Secrétaires perpétuels,  
chers collègues et amis,

J'aimerais tout d'abord remercier l'Académie des sciences de France du grand honneur qu'elle me fait en me concédant cette Grande Médaille.

Je me sens très honoré par cette distinction et je l'accepte comme un hommage à la Chimie dont c'est précisément l'année.

J'ai développé mon travail scientifique dans le champ de la catalyse hétérogène en suivant deux lignes maîtresses : approfondir la connaissance basique de l'acte catalytique, puis, à travers cette connaissance, concevoir des catalyseurs qui puissent être appliqués dans l'industrie. Par conséquent, mes efforts se sont dirigés non seulement à contribuer à la génération de connaissances de base mais aussi à apporter des solutions à des problèmes concrets, qui permettent *in fine* d'améliorer le niveau de vie de mes concitoyens. J'ai la profonde conviction que la fonction sociale de la recherche scientifique repose fondamentalement sur la production des connaissances et sur leur application afin de garantir un développement soutenable.

Notre priorité est la conception de catalyseurs solides hautement sélectifs, dans l'intention d'une meilleure utilisation de nos ressources naturelles afin de diminuer et même d'éviter la formation de sous-produits, ce que l'on nomme « chimie verte ». C'est dans cet objectif que nous avons choisi les zéolites. Ce sont des matériaux microporeux cristallins formés de réseaux composés fondamentalement d'atomes de silicium et d'aluminium en coordination tétraédrique. Leurs micropores ont des tailles qui varient entre 0.4 et 0.7 nanomètres, semblables à de nombreuses molécules, ce qui confère à ces matériaux des propriétés de tamis moléculaires.

La possibilité d'introduire des centres actifs, et en premier lieu des protons, permet de mener à bien des réactions de catalyse acide avec les molécules capables de diffuser à travers les pores du matériau.

Nous avons commencé notre recherche en combinant des études de modélisation moléculaire et les résultats des réactions catalytiques. La détermination de l'état le plus stable parmi les intermédiaires possibles dans les pores de la zéolite nous a permis d'expliquer les sélectivités observées dans les réactions mettant en jeu des hydrocarbures.

La combinaison d'études théoriques avec des études cinétiques et spectroscopiques nous ont permis en 1983 de mettre en évidence, en même temps et indépendamment de Haag et de Dessau, de la compagnie Mobil Oil, l'existence et l'importance d'un mécanisme de craquage des hydrocarbures dans les pores des zéolites. La connaissance des mécanismes de formation et réaction des carbocations dans les zéolites nous ont servi de base pour le développement de nos catalyseurs de craquage catalytique et d'isomérisation d'alcane de chaîne courte, dont l'application commerciale a commencé à la fin des années 80, et qui sont encore utilisés aujourd'hui dans une vingtaine d'unités industrielles de par le monde.

Jusqu'alors, nous avons travaillé à partir de structures zéolitiques préexistantes, dans lesquelles nous optimisons le nombre et la nature des centres actifs par des traitements post-synthèse de ces matériaux. Cependant, il nous apparut que pour réaliser une véritable conception à échelle moléculaire du catalyseur, il nous fallait changer la structure même des zéolites, la taille de leurs pores et de leurs cavités internes qui agissent comme de vrais nano-réacteurs dans les procédés catalytiques.

Suivant cette ligne de pensée, nous avons alors dirigé nos efforts d'une part vers le développement de procédés de synthèse qui nous permettent d'obtenir des structures contenant des métaux de transition comme le titane ou l'étain, et d'autre part vers l'un des plus grands défis dans la synthèse de zéolite qui consiste à obtenir des matériaux avec des systèmes de pores tridimensionnels très larges. Ce type de matériaux représentait un fort potentiel dans les procédés catalytiques impliquant des molécules volumineuses. Celles-ci sont, dans ce sens, particulièrement intéressantes pour la transformation de la biomasse en combustibles liquides et en produits chimiques.

Ainsi, nous avons réussi à synthétiser pour la première fois des zéolites à pores larges et des matériaux mésoporeux ordonnés à polarité contrôlée et contenant des atomes de titane ou d'étain dans le réseau cristallin. Grâce à une combinaison de techniques de synthèse, de caractérisation, de modélisation et de tests catalytiques, nous avons pu établir la corrélation entre structure et réactivité de ces matériaux, ce qui a permis d'étendre les possibilités d'utilisation des zéolites. De fait, en collaboration avec un partenaire industriel, nous avons développé un de nos catalyseurs dopé au

titane pour établir un nouveau procédé de synthèse d'oxyde de propylène qui, contrairement aux procédés antérieurs, ne génère aucun sous-produit. Ce procédé a commencé à être utilisé dans l'industrie au milieu des années 90. Ces matériaux structurés contenant du titane ont ouvert de nouvelles voies à la conversion de l'énergie solaire en énergie électrique. Dans le cas des catalyseurs zéolitiques contenant de l'étain, nous avons développé une technologie qui a débouché sur de nouveaux procédés industriels pour la production de lactones en chimie fine.

En ce qui concerne le défi scientifique que représentait la synthèse de zéolithes tridimensionnelles aux pores extralarges, des études préliminaires démontraient que leur préparation pouvait être une chimère en raison des limites thermodynamiques. Cependant, selon nos critères, la synthèse de «templates» spécifiques et d'unités de secondaires de construction formées par des anneaux doubles de trois ou quatre membres, allaient permettre la stabilisation des structures tridimensionnelles aux pores extralarges. Après analyse et réflexion en appliquant des principes basiques, nous avons découvert que l'introduction de petites quantités de germanium permettait la formation et la stabilisation de ces unités secondaires de construction, et nous conduisait aussi, comme nous l'avions prévu, à créer la synthèse de nouvelles zéolithes aux pores extralarges.

Les concepts introduits nous ont permis d'abroger quelques paradigmes. Nous pouvons maintenant synthétiser des zéolithes mésoporeuses, ce qui nous oblige à modifier la définition de ces matériaux. A partir de la synthèse de la zéolithe ITQ-37 (Instituto de Tecnología Química 37), les zéolithes, définies comme des matériaux cristallins microporeux, sont redéfinies comme des matériaux cristallins micro et méso-poreux.

Malgré les grandes avancées dans la synthèse de zéolithes aux pores extralarges, celles-ci demeurent cependant peu actives en raison de la rapide obstruction de leurs pores pour les procédés impliquant des réactifs ou des produits à haut point d'ébullition et ayant lieu à basse température. Nous avons alors imaginé et développé les premières zéolithes délaminiées, formées par des lamelles zéolitiques isolées ou par de petits groupes de lamelles. Les zéolithes délaminiées présentent une surface externe de plus  $800\text{m}^2/\text{g}$  et permettent un accès facile aux réactifs et, également, une facile désorption des produits de la réaction.

Ces nouveaux matériaux sont à l'origine d'un changement de paradigme qui a ouvert de nouvelles lignes de recherche dans les domaines de la synthèse de matériaux et de la catalyse. Une de ces zéolithes délaminiées est aujourd'hui utilisée comme catalyseur pour la fabrication d'une molécule précurseur de polyuréthanes que l'on obtenait au moyen d'un catalyseur d'acide chlorhydrique fortement nuisible à l'environnement.

Aujourd'hui, nos recherches dans le domaine de la synthèse de nouveaux matériaux se recentrent sur la synthèse de solides présentant des pores de différents diamètres, interconnectés, ouvrant la voie à un meilleur contrôle du trafic moléculaire.

Par ailleurs, l'élaboration de catalyseurs solides multi-centres capables de générer des réactions en cascades nous permettent l'intensification de procédés multi-étapes favorisant une économie d'énergie. Depuis 2008, un de nos catalyseurs multi-centres est employé pour la purification catalytique de gaz naturel dans la production d'hydrogène. Actuellement, plus de 10 unités de par le monde utilisent ce catalyseur multi-fonctionnel.

Monsieur le Président, Monsieur le vice-Président, Madame et Monsieur les Secrétaires perpétuels, chers collègues et amis,

Je renouvelle mes remerciements à l'Académie des sciences, et tout spécialement au Professeur et « maestro » Gérard Férey pour son estime.

Je tiens également à remercier mes collègues de catalyse, tous les membres qui ont fait partie de mon équipe passés et présents, qui m'ont soutenu et sur lesquels je me suis appuyé.

Finalement, je ne peux éviter de remercier la vie qui m'a tant donné, ma famille, mes amis, et qui m'a offert la possibilité d'observer comment le merveilleux tableau de la science était représenté, me concédant le privilège d'en peindre un petit coin de ciel bleu.

Merci de votre attention.