



Nanomatériaux pour la catalyse : le spray a le vent en poupe

« Matériaux hybrides » (UMR 7574) du laboratoire de Chimie de la matière condensée

Clément Sanchez



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/lettre-cdf/120>

DOI : [10.4000/lettre-cdf.120](https://doi.org/10.4000/lettre-cdf.120)

ISBN : 978-2-7226-0093-5

ISSN : 2109-9219

Traduction(s) :

Spray synthesis of nanomaterials for catalysis, a wind of change - URL : <https://journals.openedition.org/lettre-cdf/765> [en]

Éditeur

Collège de France

Édition imprimée

Date de publication : 1 juin 2009

Pagination : 18-19

ISSN : 1628-2329

Référence électronique

Clément Sanchez, « Nanomatériaux pour la catalyse : le spray a le vent en poupe », *La lettre du Collège de France* [En ligne], 26 | juin 2009, mis en ligne le 24 juin 2010, consulté le 17 août 2022. URL : <http://journals.openedition.org/lettre-cdf/120> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/lettre-cdf.120>

ÉQUIPE DE RECHERCHE ACCUEILLIE AU COLLÈGE DE FRANCE



Clément Sanchez

Directeur de l'équipe « Matériaux hybrides » (UMR 7574) du laboratoire de Chimie de la matière condensée

Nanomatériaux pour la catalyse :
le spray a le vent en poupe

Les zéolithes, catalyseurs à base d'alumino-silicates utilisés actuellement pour le raffinage du pétrole, présentent un réseau de micropores de diamètre généralement inférieur à 1nm. Seules de petites molécules peuvent pénétrer dans le réseau pour être efficacement transformées : on cherche donc, depuis plus de 40 ans, à augmenter la taille des pores des catalyseurs tout en conservant des activités en catalyse acide de type zéolithe afin de valoriser les stocks importants d'hydrocarbures lourds constitués de grosses molécules. C'est chose faite par une équipe du Laboratoire de chimie de la matière condensée de Paris (UPMC/ Université Pierre et Marie Curie-CNRS-Collège de France), en collaboration avec des chercheurs de l'Institut français du pétrole, qui vient de mettre au point un nouveau procédé de mise en forme par voie aérosol permettant d'obtenir des particules de catalyseurs méso-structurées* dont on peut faire varier à volonté la taille des pores entre 4 et 50 nm.

Depuis 1962, les catalyseurs à base d'alumino-silicates sont largement utilisés dans l'industrie pour le raffinage du pétrole (par exemple pour transformer les fractions lourdes et peu utiles du

pétrole tel que le bitume en produits plus légers et valorisables tels que l'essence et le gasoil). Les meilleurs catalyseurs sont des zéolithes, solides cristallisés présentant une acidité extrêmement élevée et contenant un réseau régulier de micropores de diamètre le plus souvent inférieur à 1 nm. Etant donnée cette taille de pore relativement petite, seules des petites molécules sont à même de pénétrer le réseau poreux et d'être transformées efficacement.

Depuis 45 ans, un matériau équivalent des zéolithes mais présentant des pores plus grands est activement recherché pour valoriser au mieux les très importants stocks d'hydrocarbures lourds constitués de grosses et très grosses molécules.

Une collaboration entre l'équipe Matériaux hybrides animée par Clément Sanchez (UMR 7574) et l'Institut français du pétrole a récemment permis d'apporter une

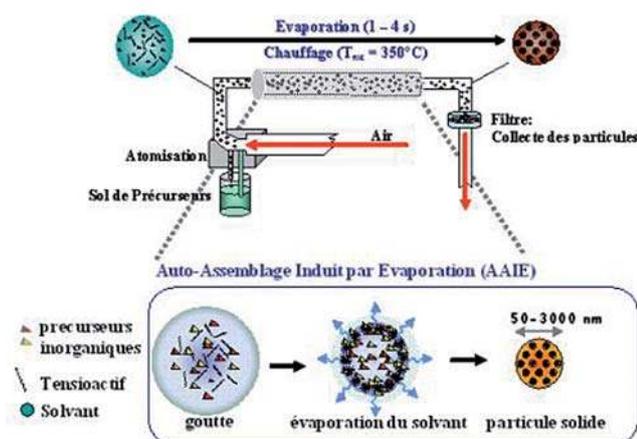


Figure 1 : schéma de la synthèse aérosol employée pour mésostructurer les catalyseurs LAB : (i) la solution de synthèse est atomisée sous forme de gouttes microniques, (ii) les gouttes sont séchées dans une zone chaude pour promouvoir leur structuration, (iii) les particules sèches sont simplement collectées sur un filtre. © Clément Sanchez

* Ces matériaux, pour la plupart des silicates ou des aluminosilicates, possèdent une grande surface spécifique et une porosité parfaitement contrôlée. Ils se distinguent des zéolithes par des pores nettement plus gros.

solution à ce problème vieux d'un demi siècle. En couplant notre connaissance de la chimie douce avec un procédé de mise en forme par voie aérosol très peu coûteux et écologiquement bénin, les chercheurs sont parvenus à synthétiser des particules sphériques microscopiques dont la structure interne mésosstructurée présente à la fois des tailles de pores contrôlables à volonté entre 4 et 50 nm et une très forte acidité. Pour synthétiser ces matériaux nommés LAB (pour « Large pores aluminosilicates préparés en voie basique »), ils utilisent un spray pour former un brouillard à partir d'une solution contenant les précurseurs de silice, d'aluminium et d'agents structurants organiques. Transportés par un flux d'air vers une zone chaude où le solvant (principalement de l'eau) s'évapore, les agents inorganiques et structurants contenus dans les microgouttes s'assemblent alors spontanément pour former, en quelques secondes, une poudre sèche présentant une structure périodique organisée à l'échelle du nanomètre. Cette

trempe physico-chimique permet de « geler » des compositions nouvelles ou des états métastables qui ne sont pas accessibles par précipitation. Dans une seconde étape, la calcination des agents organiques permet de produire des microsphères de catalyseurs présentant des parois acides amorphes avec un réseau à la fois microporeux et mésoporeux.

Contrairement aux synthèses classiques par précipitation de poudres, ce procédé ne demande qu'un nombre limité d'étapes, fonctionne en continu, permet une récupération aisée du produit et engendre peu de déchets. Les catalyseurs ainsi préparés présentent d'exceptionnelles activités catalytiques, et leur activité est maintenue bien plus longtemps que celle des zéolites classiques. Ils nécessitent donc des recyclages moins fréquents. De plus, il est possible d'insérer dans la structure des nanoparticules ou des fonctions organiques donnant accès à toute une gamme de catalyseurs innovants aux propriétés encore inexplorées.

Et cette stratégie originale ne se limite pas aux catalyseurs. Elle permet aussi d'envisager la synthèse de nouvelles biocéramiques ou de nouveaux vecteurs thérapeutiques hybrides minéral-organique couplant imagerie, hyperthermie, ciblage, relargage contrôlé de principe actifs ou de médicaments. À vos sprays ! ■

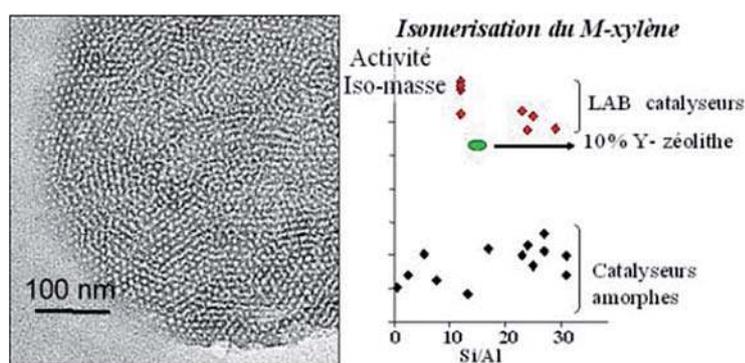


Figure 2 : (gauche) photo d'une particule de LAB vue en microscopie électronique à transmission. Le réseau très poreux de ces matériaux est visible par l'alternance périodique des zones claires et sombres ; (droite) graphe représentant l'activité de catalyseurs LAB de différentes structures et compositions par comparaison aux activités de catalyseurs amorphes ou zéolithiques industriels.

Référence :

« Direct aerosol synthesis of large-pore amorphous mesostructured aluminosilicates with superior acid-catalytic properties »
S. Péga, C. Boissière, D. Grosso, T. Azais, A. Chaumonot, et C. Sanchez
Angew. Chem. Int. Ed. doi:10.1002/anie.200805217 (2009).