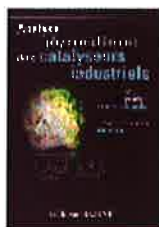


Livres



Analyse physico-chimique des catalyseurs industriels Manuel pratique de caractérisation

J. Lynch (coord.)

313 pages, 98 €

Éditions Technip, 2001

Tous les chimistes savent que sans les catalyseurs hétérogènes et les procédés qui les mettent en œuvre, la grande majorité des produits industriels indispensables à notre vie quotidienne ne serait pas disponible : carburants, matières plastiques, détergents, textiles artificiels, engrais et bien d'autres produits de la vie courante auxquels nous ne faisons même plus attention tellement ils sont devenus familiers. Plus récemment, la catalyse s'est fait une place importante dans la panoplie des techniques utiles pour protéger l'environnement et tout particulièrement pour le traitement des effluents gazeux.

Dans tous ces procédés, la part que prend le catalyseur est faible dans le prix de revient du produit final recherché, mais elle est décisive en terme de performance. Ce constat est d'autant plus évident que la sévérité requise des traitements catalytiques est élevée, ce qui est notamment le cas de tous les procédés d'épuration ou de purification catalytique ou encore de ceux qui transforment de très gros tonnages de monomères ou de matières premières chimiques ou pétrolières.

Or, on sait que l'efficacité d'un catalyseur hétérogène – encore bien mal comprise scientifiquement – est gouvernée par de très nombreux paramètres souvent difficiles à caractériser. C'est le cas des traces d'éléments chimiques pouvant exister en surface à de très faibles teneurs comme les poisons ou les promoteurs présents ou non dans certains états chimiques bien précis. C'est le cas de phases cristallines particulières qui sont souvent très difficiles à identifier car peu abondantes et pas toujours bien organisées. C'est aussi le cas des caractéristiques texturales qui jouent un rôle décisif pour l'optimisation des

phénomènes de transport au niveau de la productivité des réacteurs ou pour le contrôle même de la chimie du procédé, comme c'est le cas des zéolithes par exemple.

Toutes ces raisons justifient pleinement que, grâce à ce livre, un inventaire moderne et pratique soit fait de l'ensemble des méthodes disponibles permettant la caractérisation physico-chimique des catalyseurs industriels. Car si le caractère prédictif des théories de la catalyse hétérogène marque encore singulièrement le pas, ce n'est pas le cas de nombreuses techniques analytiques qui sont présentées dans cet ouvrage et qui se sont considérablement développées au cours des quinze dernières années.

Chacune de celles-ci (quatorze au total) est l'objet d'un chapitre construit suivant un plan systématique. On y expose d'abord les principes de base et même un bref historique. La constitution des appareils concernés est ensuite présentée en détail, puis les dispositifs et méthodes de mesures correspondantes, sans oublier de mentionner les difficultés qui peuvent affecter la qualité de celles-ci. L'auteur décrit les performances typiques que l'on peut attendre de ces techniques ainsi que le type d'application que l'on peut trouver à celles-ci dans l'étude des catalyseurs. Viennent enfin quelques indications relatives au temps nécessaire pour la réalisation des caractérisations citées, ce qui est bien utile pour une première estimation du coût des analyses.

L'utilisation courante de cet ouvrage sera facile car son organisation en quatorze chapitres indépendants permettra au lecteur non spécialiste de trouver rapidement des renseignements précis sur toutes les techniques décrites. Ce caractère pratique du livre se comprend bien si l'on note que celui-ci trouve son origine dans un cours de formation interne de l'IFP destiné aux techniciens de laboratoire de préparation de nouveaux catalyseurs. Mais cela explique aussi une certaine limite de la portée de cet ouvrage qui me semble plus destiné peut-être à celui qui développe des catalyseurs qu'aux utilisateurs de catalyseurs non spécialistes de la catalyse et de ses techniques d'étude. On notera cependant avec satisfaction l'existence de deux chapitres complétant utilement ceux consacrés aux diverses spectrométries, micro-analyses, microscopies ou résonances et traitant d'analyse thermique et de caractérisations texturales. Celui qui présente les mesures de

texture des solides est un bon résumé de ce que le lecteur non spécialisé doit retenir pour pouvoir caractériser une surface spécifique, les micro-, méso- ou macroporosités, et même les surfaces spécifiques de phases actives catalytiques. Ce sont là pour l'essentiel des concepts assez anciens, mais complexes et encore très utiles pour beaucoup d'applications pratiques. Le deuxième de ces chapitres (en fait numéroté 14) a le mérite de montrer brièvement l'intérêt que présente une technique très générique telle que l'analyse thermique pour l'optimisation des procédés de préparation des catalyseurs.

Globalement, il s'agit là d'un très bon livre, bien actualisé, qui paraîtra peut-être moins théorique que celui publié naguère sous la direction de B. Imelik et J.C. Vedrine, et qui sera incontestablement utile pour ceux qui cherchent à développer ou améliorer des catalyseurs industriels hétérogènes.

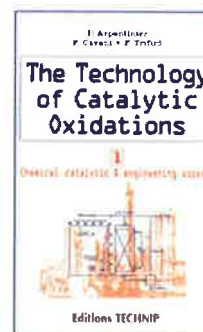
Jacques Bousquet

The technology of catalytic oxidations

P. Arpentinier, F. Cavani et F. Trifiro

2 vol., 848 pages, 128,06 €

Éditions Technip, 2001

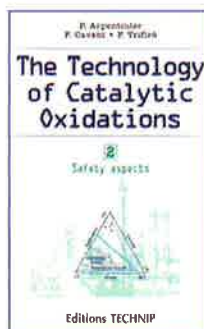


Cet ouvrage a trait à un domaine de la pétrochimie qui concerne la fabrication de monomères, d'intermédiaires chimiques et de solvants par oxydation catalytique des hydrocarbures et de quelques autres molécules à faible nombre de carbone comme le méthanol. On estime que plus de 50 % de tous les procédés utilisés dans le monde contiennent au moins une étape d'oxydation catalytique et que cette situation va perdurer dans les prochaines décades, ne serait-ce qu'en raison du challenge que constitue le remplacement des oléfines et alkylaromatiques par des alcanes moins coûteux et/ou moins toxiques. En deux volumes, les auteurs passent en revue

les aspects chimiques, catalytiques et technologiques des réactions d'oxydation sélective, en incluant une analyse très documentée des risques chimiques associés à ces réactions exothermiques utilisant des mélanges potentiellement explosifs et inflammables.

L'oxygène moléculaire étant l'oxydant le plus utilisé (généralement sous forme d'air) dans les procédés en phase gazeuse, une description des méthodes de production et de ses propriétés chimiques et physico-chimiques ouvre le premier volume (chapitres un à quatre). Les caractéristiques des différentes espèces électrophiles, nucléophiles et radicalaires de l'oxygène, les mécanismes de réaction et les éléments de cinétique sont présentés pour quelques types de réactions hétérogènes et homogènes en phase gazeuse, et la même démarche est suivie pour les réactions en phase liquide avec les oxydants alternatifs comme l'eau oxygénée, les peracides, etc., catalysées par les métaux de transition (espèces oxo, peroxy, etc.). La technologie des réacteurs pour des systèmes multiphasiques gaz-liquide (solide) et gaz-solide est ensuite présentée. Deux aspects des réactions d'oxydation conditionnent le choix du réacteur et des conditions opératoires. Le premier, commun aux réactions multiphasiques, est le transfert de l'oxygène de la phase gaz à la phase liquide ou solide (catalyseur), et le deuxième est l'exothermicité plus ou moins forte ainsi que l'inflammabilité/explosibilité du mélange réactif. Les caractéristiques (hydrodynamique, transferts de matière et de chaleur) des réacteurs « slurry » et à lit fixe généralement utilisés pour traiter les systèmes multiphasiques (surtout dispersés) et celles des réacteurs gaz-solide (lit fixe,

fluidisé, circulant) sont présentées. Les réacteurs moins courants et restant encore pour certains des curiosités de laboratoire, comme les réacteurs monolithes ou à membrane catalytique, sont également mentionnés. Le chapitre s'achève sur les stratégies de sélection d'un type de réacteur. Les trois derniers chapitres ont trait aux procédés les plus utilisés industriellement en phase liquide (oxydations en chaîne à radicaux libres pour la production d'hydroperoxydes, d'acides, cétones, alcools, quinones) et en phase gazeuse (oxydations ménagées, oxychlorination, ammoxydation, déshydrogénation oxydante de molécules C_1 à C_4). Mécanismes, cinétique, nouvelles technologies sont généralement précisés. Dans le dernier chapitre, l'accent est mis sur l'oxydation sélective des alcanes légers qui constitue le fer de lance des derniers développements. Les difficultés, comme les réussites (oxydation du n-butane en anhydride maléique qui conduit après hydrogénation aux fibres Spandex comme le Lycra®), sont clairement mises en avant.



Le deuxième volume, sous-titré « Aspects de sûreté », comporte sept chapitres. Les caractéristiques cinétiques et thermiques des réactions en chaîne qui sont le régime habituel de la

combustion et des phénomènes d'explosion, tant en phase homogène qu'en phase hétérogène, sont présentées dans le détail ainsi que les risques associés. L'auto-allumage peut conduire à un emballement avec ou sans flamme/explosion, et l'on définit des domaines de température, de pression, de concentration. L'effet d'additifs ou de parois pour retarder le phénomène est évoqué. Comme l'auto-ignition peut conduire également aux phénomènes déflagrants et détonants, ceux-ci sont expliqués en détail en examinant un à un les paramètres en jeu ainsi que les conditions qui gouvernent la propagation des flammes. Les moyens d'éviter ou de contrôler la propagation de flammes sont examinés et détaillés dans un chapitre très complet. La même démarche est reprise pour les phénomènes accompagnant une détonation. Enfin, le dernier chapitre concerne principalement la prévention des explosions et les protections à mettre en œuvre afin d'en limiter les effets.

Cet ouvrage est assez rare par son contenu qui concerne tous les aspects des réactions d'oxydation industrialisées ou en voie de l'être (chimie, génie chimique, sûreté). Il n'est pas dédié à un lectorat particulier, mais nécessite un niveau scientifique certain, particulièrement dans le deuxième tome. Il sera très utile à diverses catégories de lecteurs, aux ingénieurs impliqués dans le développement de procédés d'oxydation, la conception et l'installation de réacteurs et procédés sûrs, et aux chercheurs qui trouveront réunis dans ces deux volumes, outre les aspects chimiques, des éléments de technologie industrielle et de sûreté pas toujours accessibles.

Élisabeth Bordes-Richard

Prochains numéros

Juillet

Patrimoine et chimie

Les travaux pratiques

Histoire de la chimie

Chimie et vie quotidienne

- pigments historiques sous rayonnement laser
- compréhension des mécanismes de coloration des liants protéiques
- dosage de l'urée par méthode enzymatique
- Grignard et les terpènes
- les sciences à la radio

Août-septembre

Numéro spécial « Catalyse enzymatique »