



Industrial green chemistry

S. Kaliaguine, J.-L. Dubois (eds)

297 p., 90,40 €

De Gruyter, 2020

Les auteurs ont souhaité illustrer ici les nouvelles tendances de la recherche en chimie pour envisager sérieusement la nécessaire évolution de l'industrie chimique vers une chimie encore plus durable. Les stratégies proposent non seulement l'utilisation de matières premières renouvelables en lieu et place de ressources fossiles, mais également une analyse complète des nouveaux procédés et produits incluant l'impact sur les lieux de production, le transport, le stockage, les conséquences environnementales (GES et autres), ainsi que certains aspects stratégiques (produits sensibles)... Bref, il s'agit dans chaque cas considéré de prendre ou non une décision de production à partir d'une analyse de cycle de vie complète et de considérations socioéconomiques non moins argumentées, et ceci mérite d'être souligné.

Pour autant, il ne faut pas en conclure qu'une production de matières premières renouvelables plus importante, à partir d'une agriculture encore plus intensive, est nécessaire ! On en voit les conséquences aujourd'hui plus qu'hier et n'oublions pas que dans le domaine agroalimentaire comme dans d'autres, il y a des productions inutiles ou jetées avant utilisation (20 % dans certains secteurs) !

Parmi les domaines abordés, il y a évidemment celui des polymères et de leurs précurseurs, dont *L'Actualité Chimique* présente les travaux depuis de nombreuses années, avec notamment la parution récente d'un numéro spécial* à l'occasion des cinquante ans du Groupe français d'études et d'applications des polymères (GFP). C'est un domaine particulièrement important puisque la production mondiale annuelle est

proche de 400 millions de tonnes, 80 % étant des polymères dits standards (PE, PP, PVC, PUR et PET), avec les conséquences que l'on connaît.

Est-il possible de les substituer par des biopolymères ? Les analyses technico-économiques réalisées pour ces grandes familles de polymères ne sont pas à ce jour en faveur du biosourcé ! Actuellement en effet, la production de biopolymères est inférieure à 5 % et concerne plutôt des marchés ciblés, comme mentionné dans les travaux présentés dans cette édition. On observe bien une croissance de ces polymères biosourcés, mais elle est pour le moment peu différente de la croissance globale. Il en est différemment de la synthèse d'intermédiaires de la chimie (molécules plateformes) à partir de ressources renouvelables disponibles en grandes quantités (composés lignocellulosiques) et sans compétition avec le secteur alimentaire.

Cependant pour ces synthèses, des étapes clés (verrous scientifiques et techniques) comme l'hydrogénation sélective, l'activation de CO₂... sont déterminantes et des travaux récents de catalyse transposés à l'échelle industrielle illustrent parfaitement les sujets. Ils montrent d'ailleurs qu'une importante recherche amont est nécessaire pour la levée des verrous dans le domaine de l'activation et de la production de biomolécules (polyamides, polycarbonates, squalane, fluides hydrauliques...).

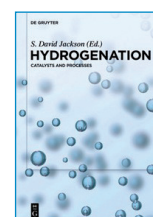
Une dernière partie sur la pyrolyse d'une certaine biomasse disponible, voire à terme de matières recyclées, met en évidence l'intérêt de ce procédé non pour la production d'énergie (comme prévu initialement), mais pour l'obtention sélective de molécules plateformes ou de produits finis.

En conclusion, cet ouvrage, recommandé à tous les chimistes et au-delà, montre sans ambiguïté qu'il est possible de développer des voies chimiques alternatives pour l'obtention industrielle de produits durables ou non biosourcés, en associant les aspects scientifiques et techniques de nouveaux procédés aux enjeux stratégiques, économiques et environnementaux.

Cependant, comme François Jérôme l'indique dans sa préface, cet objectif sera d'autant plus rapidement atteint et généralisé si « *Public authorities must realize that societal challenges are more important than the short-term financial challenges faced by businesses. The current model of our economy based on rapid profitability is unfortunately not well adapted for these advances since long-term investments will be needed to move chemistry from fossil to renewable feedstocks.* »

Joël Barrault

*456-458-459, nov.-déc.-janv. 2020-2021.



Hydrogenation Catalysts and processes

S.D. Jackson (ed.)

194 p., 92,95 €

De Gruyter, 2018

Ce livre est une excellente introduction à la catalyse hétérogène d'hydrogénation. Les différents chapitres, qui couvrent les principales réactions d'hydrogénation utilisées dans l'industrie, ont été rédigés par des auteurs tant du domaine académique que de l'industrie, ayant une grande expérience de la mise en œuvre de ce type de catalyse.

Après un premier chapitre introduisant les grands principes des catalyseurs d'hydrogénation, les métaux utilisés, le rôle des promoteurs et l'importance de la sélection du support approprié, le lecteur est naturellement amené vers les catalyseurs de Raney®. L'auteur, qui travaille chez Grace, la société qui commercialise ces catalyseurs sous ce qui est maintenant devenu un nom de marque, nous rappelle qu'ils sont ailleurs disponibles sous d'autres termes (comme « Sponge » ou « Skeletal », expressions utilisées par Johnson Matthey et BASF pour leurs catalyseurs, par exemple). La genèse et la synthèse de ces catalyseurs versatiles sont rapportées par l'auteur qui a en sa

Bulletin de l'Union des professeurs de physique et de chimie (« Le Bup »)

La rédaction de *L'Actualité Chimique* a sélectionné pour vous les articles suivants :



N° 1032 (mars 2021)

- Nom et formule chimique, par S. Canac.
- À propos de moles et de « quantité de matière », par J.-M. Laffaille.
- Vous pouvez le dire en français..., par C. Andrieux.
- Aromaticité, RMN et cyclotriphosphazènes (première partie), par V. Benazeraf-Vicente et A. Fruchier.

N° 1033 (avril 2021)

- Les différents types de magnétisme, par J. Piard et E. Deleporte.
- Nouveau programme de terminale : évaluation numérique des incertitudes de mesures (partie 1 : concepts et méthodes), par D. Boilley et Y. Lallouet.
- Aromaticité, RMN et cyclotriphosphazènes (partie 2), par V. Benazeraf-Vicente et A. Fruchier.
- Détermination du nombre d'électrons échangés au sein d'un couple oxydant-réducteur par combinaison de méthodes *électroanalytiques*, par G. Longatte et L. Guerret.
- « Mesurer en physique-chimie ». La relation de conjugaison et la régression linéaire (partie 2 : alternative), par J. Browaews, T. Beau et Groupe IREM.

• Sommaires complets, résumés des articles et modalités d'achat sur www.udppc.asso.fr

possession les cahiers de laboratoire de Murray Raney. Les catalyseurs de Raney sont le plus souvent connus et utilisés sous la forme de suspensions en réacteurs agités, mais ils existent aussi sous une forme qui permet leur utilisation en lit fixe. Les exemples d'utilisation illustrés dans le chapitre concernent quelques grandes synthèses : sorbitol produit par hydrogénation de glucose, hexaméthylène diamine produit par hydrogénation de l'adiponitrile (dinitrile), toluène diamine produit par hydrogénation de dinitrotoluène, 1,4-butanediol produit par hydrogénation de butynediol ou du 4-hydroxybutanal... Ils couvrent ainsi les principaux types de réactions dans lesquels ce catalyseur est utilisé. Le reste du chapitre est consacré à la préparation des catalyseurs, ainsi qu'aux variantes qui peuvent exister avec d'autres métaux comme le cobalt ou le cuivre.

L'hydrogénation des aromatiques, alkylbenzènes, dérivés du phénol ou de l'aniline, mais aussi des polyaromatiques, est traitée dans un chapitre dédié. C'est un sujet qui reste d'actualité, non seulement pour les réactions de conversion de dérivés de biomasse tels que les dérivés de lignine, les méthoxyphénols ou cardanols par exemple, mais aussi pour les technologies de stockage sous forme liquide de l'hydrogène, comme par exemple avec l'hydrogénation/déshydrogénation du couple toluène/méthylcyclohexane.

L'hydrogénation des nitriles en amines, abordée dans un cinquième chapitre, est utilisée aussi bien sur des substrats monofonctionnels que sur des dinitriles. Les inconvénients et contraintes propres à la synthèse de ces monomères sont ainsi bien décrits (par exemple

la désactivation des catalyseurs). J'ai particulièrement apprécié la figure 5.3 qui illustre la cinétique de conversion de l'adiponitrile en nitrile-amine (aminocapronitrile), puis en hexaméthylène diamine, avec les différents ratios de constantes de vitesse qui illustreraient parfaitement un cours ou un exercice sur la cinétique de réactions consécutives. Le mécanisme d'hydrogénation des nitriles est très bien expliqué, et on peut en comprendre les contraintes posées dans les procédés industriels, et les solutions, quand on veut maximiser la formation d'amines primaires.

Les deux derniers chapitres portent sur des catalyses de produits majeurs : la synthèse de Fischer-Tropsch et la production d'ammoniac. Ce sont deux sujets qu'il convient de revisiter dans le contexte actuel de développement durable et d'économie circulaire. La gazéification de biomasse ou de déchets plastiques peut devenir une source importante de gaz de synthèse. Ce dernier est utilisé dans le procédé Fischer-Tropsch, mais les catalyseurs actuels sont mis en œuvre dans des unités de très grosses capacités, qui ne sont pas en ligne avec la disponibilité de ces ressources plus durables. La synthèse de l'ammoniac est le procédé qui, à lui seul, est le plus consommateur d'énergie et le plus émissif en CO₂*. Le développement durable passera par des procédés moins émissifs, dont de petites unités délocalisées de production d'ammoniac, avec des catalyseurs plus performants mais aussi plus tolérants aux fluctuations de conditions de fonctionnement propres aux énergies renouvelables, dont certains sont décrits dans l'ouvrage.

En conclusion, je recommande cet ouvrage en introduction à l'hydrogénation catalytique, et pour les enseignants qui y trouveront de très bons exemples de procédés industriels et de mécanismes réactionnels.

Jean-Luc Dubois

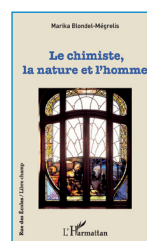
*Voir les figures 2 et 3 dans « Technology roadmap. Energy and GHG reductions in the chemical industry via catalytic processes », 2013, https://dechema.de/dechema_media/Downloads/Positionspapier/IndustrialCatalysis/Chemical_Roadmap_2013_Final_WEB.pdf

À signaler



Chimie verte et industries agroalimentaires Vers une bioéconomie durable

S. Baumberger (coord.)
560 p., 125 €
Lavoisier, 2020



Le chimiste, la nature et l'homme

M. Blondel-Mégrelis
242 p., 24,50 €
L'Harmattan, 2021



Mechanochemistry A practical introduction from soft to hard materials

E. Colacino, G. Ennas, I. Halasz, A. Porcheddu, A. Scano (eds)
120 p., 86,95 €
De Gruyter, 2021