

Éditorial

NUMÉRO SPÉCIAL EN L'HONNEUR DE YVES CHAUVIN

Les premiers exemples d'application industrielle de la catalyse homogène par des métaux de transition datent de 1938, avec la synthèse OXO. En 1953, la polymérisation catalysée par les dérivés du titane prend un essor rapide grâce aux découvertes de ZIEGLER et NATTA.

Par la suite, un certain nombre d'équipes se sont intéressées à ce type de catalyse dans le domaine de la dimérisation des oléfines et, en particulier, du propylène. On peut citer en particulier G. WILKE, du *Max-Planck Institut*, qui a cherché à contrôler les structures des hexènes formés par l'utilisation de différents ligands (phosphine) en visant une utilisation en pétrochimie (hydroformylation), et Yves CHAUVIN à l'*IFP*.

Au cours des années 1970, les antennes de commercialisation de l'*IFP* attirent l'attention des chercheurs sur l'existence de grandes quantités de propylène dilué en provenance des unités de craquage catalytique, qui pourraient contribuer de manière intéressante à la production d'essence des raffineries. Il y avait là une opportunité d'utilisation industrielle de la réaction de dimérisation du propylène en hexènes étudiée par Yves CHAUVIN et qui donnera lieu au procédé industriel baptisé *Dimersol*.

Yves CHAUVIN et son équipe se sont alors rendus compte que l'indice d'octane des oléfines ne dépendait pas de leur structure et donc que le contrôle de la structure des hexènes exploré par les équipes du *Max-Planck Institut* n'était pas utile dans ce contexte. La recherche s'est alors orientée vers la simplification du système catalytique, et, grâce à la très bonne collaboration entre la recherche et le développement au sein de l'*IFP*, on est passé très vite au stade du développement.

Ce travail en collaboration étroite entre les équipes a permis de résoudre un certain nombre de problèmes liés au passage à l'échelle industrielle et de commercialiser rapidement le procédé *Dimersol*. Parmi ces problèmes, citons :

- le très fort facteur d'extrapolation (de 1 à 10 000) entre l'échelle du pilote et celle de l'unité industrielle,
- l'utilisation au sein d'une raffinerie des alkyl aluminium, composés très réactifs en présence d'air et quelquefois pyrophoriques,
- la maîtrise des conditions de démarrage de la réaction, indispensable en raison de la présence de 100 m³ de propylène liquide,
- la nécessité de modification des systèmes catalytiques pour maîtriser des problèmes qui n'étaient pas apparus à l'échelle du laboratoire.

Cette collaboration s'est ensuite poursuivie avec la mise au point du procédé *Alphabetol* de dimérisation de l'éthylène en butène-1.

Ces succès industriels ont permis la reconnaissance de l'intérêt de la catalyse homogène dans un *IFP* où existait alors logiquement une culture de catalyse hétérogène. En effet, curieusement, à l'époque, il existait un mur d'incompréhension entre catalyse homogène et catalyse hétérogène, entre chimie organométallique et chimie du solide. C'est en abolissant ces préjugés et par l'étude de quelques réactions confiées opportunément à deux thésards que le mécanisme de la métathèse s'est révélé de lui-même... Avant Yves CHAUVIN, personne n'avait encore pensé faire un lien entre ces deux thématiques : c'était à la fois novateur, osé et génial. C'est sans doute la raison pour laquelle convaincre la communauté scientifique n'a pas été facile.

Grâce au succès industriel du *Dimersol*, les moyens attribués par l'*IFP* à la recherche fondamentale dans ce domaine ont permis à Yves CHAUVIN de continuer ses recherches sur la métathèse, la catalyse par les sels fondus, l'oligomérisation de l'éthylène, etc.

J'ai fait pour ma part la connaissance d'Yves CHAUVIN en 1960, date à laquelle j'ai commencé ma thèse à l'*IFP*. Yves CHAUVIN venait aussi de rejoindre l'*IFP* et travaillait dans un laboratoire voisin du mien. J'ai souvent fait appel à ses connaissances. J'ai pu bénéficier de ses précieux conseils et il m'a facilité l'accès à ses équipements et à ses produits.

Nous avons ainsi commencé à collaborer étroitement en 1966 pour réaliser les premiers essais de développement du *Dimersol*. Nous avons construit le premier pilote *Dimersol* fonctionnant en continu à Solaize, près de Lyon, suite au transfert sur ce site des installations de développement industriel de l'*IFP*. Les programmes d'expérimentation étaient discutés régulièrement et Yves CHAUVIN reprenait des essais quand nous tombions sur des difficultés imprévues.

Yves CHAUVIN a aussi participé activement à la phase de commercialisation des procédés avec notre correspondant de la division Ingénierie de l'*IFP* (Jacques LEONARD), en nous aidant à trouver des solutions chaque fois qu'un problème surgissait lors de la rédaction du « livre de procédé ».

Notre collaboration s'est poursuivie pour mon plus grand plaisir avec le développement des autres versions du *Dimersol* et de l'*Alphabutol*. Elle ne s'est interrompue qu'en 1988 lorsque j'ai été appelé à d'autres fonctions.

Parmi toutes les qualités d'Yves CHAUVIN, je soulignerai ici celles d'un homme passionné par la Recherche et soucieux en parallèle de mettre ses compétences au service des applications industrielles de ses résultats.

Tous ceux qui ont eu la chance de travailler avec Yves CHAUVIN à l'*IFP*, techniciens chimistes, opérateurs, ingénieurs ont une très haute opinion de lui, et se souviennent de sa grande curiosité, de sa grande culture scientifique et de sa modestie. Il lui arrivait d'avoir quelques différends avec sa hiérarchie, mais c'était pour une bonne cause : la défense de la recherche fondamentale.

Pour moi Yves CHAUVIN est un saint moderne dont la religion est la recherche fondamentale et il me semble logique qu'il soit canonisé par le prix NOBEL.

Jean GAILLARD

Directeur d'IFP-Lyon de 1994 à 2000

Chef de projet en Catalyse Homogène de 1975 à 1988

Le prix Nobel de chimie 2005 a été décerné à Yves CHAUVIN (Ingénieur et Directeur de recherche à l'*IFP* de 1960 à 1995), Robert H. GRUBBS (*Caltech*) et Richard R. SCHROCK (*MIT*) pour le développement des réactions de métathèse en synthèse organique.

Avec ce numéro spécial de *Oil & Gas Science and Technology - Revue de l'IFP*, nous souhaitons rendre hommage à Yves CHAUVIN en illustrant, par une série d'articles décrivant des progrès scientifiques et technologiques récents, l'importance, pour la synthèse de produits et de matériaux innovants, des thèmes de recherche dans lesquels il s'est investi, en particulier la catalyse organométallique et l'utilisation des liquides ioniques.

Nous remercions chaleureusement l'ensemble des auteurs pour leurs contributions.

Editorial

SPECIAL ISSUE IN HONOUR OF YVES CHAUVIN

The first examples for industrial use of homogeneous catalysis by transition metals date from 1938 with the OXO synthesis. In 1953, polymerization catalysed by titanium compounds quickly expanded thanks to the breakthroughs made by ZIEGLER and NATTA.

Following this, a number of teams became interested in this type of catalysis for the dimerisation of olefins and, in particular, of propylene. We can particularly cite G. WILKE, from the Max Plank Institut, who sought to control the structure of the resulting hexenes by using various ligands (phosphine), aiming for its use in the production of petrochemicals (hydroformylation); and Yves CHAUVIN, from *IFP*.

In the 70's, the *IFP* marketing services brought to the attention of researchers the existence of large quantities of diluted propylene coming from catalytic cracking units, and the interest of promoting these through the production of gasoline in refineries. Here was a real opportunity of industrial application of the chemical reaction of dimerisation of propylene to hexenes studied by Yves CHAUVIN, which was at the origin of the industrial process named *Dimersol*.

Yves CHAUVIN and his team realized that the olefin octane number did not depend on the structure of the olefin. So, the control of the hexene structure explored by teams from the *Max-Plank Institut* was not useful in this context. The research was thus orientated towards a simplification of the catalytic system and, thanks to the excellent collaboration between research and development within *IFP*, the process went quickly on to the development phase.

This teamwork made it possible to solve a certain number of problems linked to industrialization and to get ready for marketing the *Dimersol* process. Among these problems, we can mention:

- The extrapolation factor of 10 000 between continuous pilot experiments and the industrial plant,
- The use in a refinery of alkyl aluminium complexes, very reactive components in the presence of air, and sometimes pyrophoric,
- The control of starting conditions of the reaction, due to the presence of 100 m³ of liquid propylene,
- The necessary modification of the catalytic systems so as to control problems which did not appear at the laboratory scale.

This cooperation went on to lead to the *Alphabutol* process, for the dimerisation of ethylene to butane-1.

These industrial successes made it possible for homogeneous catalysis to be recognized within *IFP*, where the main emphasis was logically on heterogeneous catalysis. As a matter of fact, at that time there was a surprisingly profound lack of understanding between homogeneous catalysis and heterogeneous catalysis, between organometallic chemistry and solid state chemistry. By getting rid of fixed ideas, and thanks to a few reactions judiciously confided to two PhD students, the metathesis mechanism revealed itself... Before Yves CHAUVIN, nobody had thought about linking those two themes: it was at the same time innovating, daring and full of genius. This is without doubt the reason why it was so difficult to convince the scientific community.

Thanks to the industrial success of *Dimersol*, the resources assigned by *IFP* to fundamental research in this sector made it possible for Yves CHAUVIN to continue with his research on metathesis, catalysis by molten salts, ethylene oligomerisation, etc...

Personally, I have known Yves CHAUVIN since 1960, when I began my thesis as a PhD student at *IFP*. Y. CHAUVIN had also just joined *IFP* and was working in a lab next to mine. I often called on his knowledge and experience. He gave me the benefit of his advice and access to his equipment and products.

We started to collaborate more closely in 1966 and carried out the first development tests for *Dimersol*. We built the first *Dimersol* continuous pilot plant at Solaize, near Lyon, following the transfer there of the *IFP* industrial development facilities. The experimental programmes were frequently discussed, and Yves CHAUVIN organized new batch tests whenever we met with unforeseen difficulties.

Yves CHAUVIN also took an active part in the process marketing phase with Jacques Léonard, our colleague in the Engineering department, by helping us find solutions every time a problem occurred when writing the “Process Book”.

Our cooperation continued in the development of other versions of *Dimersol* as well as in the development of *Alphabutol*. It was to carry on until 1988 when I moved on to other duties.

Among all Yves CHAUVIN's great qualities, I will underline those of a man for whom Research is a passion and who is also very highly motivated by the industrial applications of its results.

All who have been lucky to work with Yves CHAUVIN at *IFP*: technicians, chemists, operators and engineers think very highly of him, and remember his enormous curiosity, his scientific knowledge and his unpretentious attitude. He did have a few disagreements with his hierarchic superiors, but it was for the greater good: defending fundamental research.

For me, Yves CHAUVIN is a modern saint, whose article of faith is fundamental research, and it seems perfectly logical to me that he be canonized by the NOBEL prize.

Jean Gaillard

Director of IFP-Lyon, from 1994 to 2000

Project Manager for Homogeneous Catalysis, from 1975 to 1988

The NOBEL Chemistry Prize for 2005 was awarded to Yves CHAUVIN (Engineer and Research Director at *IFP* from 1960 to 1995), Robert H. GRUBBS (*Caltech*) and Richard R. SCHROCK (*MIT*) for the development of metathesis in organic synthesis.

In this special issue of *Oil & Gas Science and Technology – Revue de l'IFP*, we wish to pay a tribute to Yves CHAUVIN. This series of articles describing recent scientific and technological advances, illustrate the importance, for the synthesis of products and innovative materials, of the research themes to which Yves CHAUVIN consecrated his career, in particular organometallic catalysis and the use of ionic liquids.

We warmly thank all the authors for their contributions.