

Le Prix Nobel de Chimie : une dynamique pour la communauté des chimistes français

Discours présenté par Marc J. Ledoux en hommage à Yves Chauvin, Prix Nobel de Chimie 2005.

Paris, le 14 Nov 2005

Cher Yves, chers collègues,

On m'a demandé de m'adresser à vous pour essayer d'expliquer comment le Prix Nobel de Chimie pouvait être une dynamique pour la communauté des chimistes français.

J'écrivais il y a un an et demi le plan stratégique du département des sciences chimiques du CNRS, et que vous avez j'espère presque tous, lu ! Il en va des plans comme il en va des directeurs scientifiques ... Mais je persiste à penser que la description que je donnais en introduction, des problèmes que la chimie dans son ensemble avait à résoudre reste d'une chaude actualité. Je vais rapidement rappeler ce message car j'ose espérer que ce prix Nobel attribué à Yves Chauvin, qui nous réunit ce soir, est le commencement d'une réponse à nos problèmes.

La chimie en général et donc la chimie française rencontre trois principales difficultés :

- **D'abord, un problème **d'identité** et de reconnaissance ; alors qu'elle est la clé du succès de beaucoup de disciplines plus populaires : la biologie, les sciences de la terre, l'environnement, la science des matériaux, les procédés**

industriels, l'agriculture, ..., son ubiquité la rend invisible là où elle compte.

- Elle rencontre ensuite un problème **d'image** tant auprès de la communauté des scientifiques qu'auprès de la société en général et du contribuable en particulier.
- Enfin elle est devant un problème **économique** majeur, la chimie est la seule discipline scientifique à partager son nom avec un secteur industriel. Cela souligne son intrication avec le monde économique. La chimie européenne, premier ou second secteur productif et exportateur avec l'automobile, second employeur, traverse une crise existentielle dramatique. Elle subit de plein fouet la délocalisation des forces productives vers l'Asie principalement. Si les Etats européens n'y prennent pas garde, avant peu la fourniture d'au moins 40% des produits nécessaires à notre développement économique seront soit importés, soit entre les mains d'un ou deux géants monopolistiques, avec aucun moyen national d'influence ou d'intervention.

Nous nous devons, nous tous chimistes, de relever ces défis pour assurer au pays dans le cadre européen, son indépendance économique, son pouvoir de décision et par conséquent le développement harmonieux de sa société et de son économie.

C'est ici que la reconnaissance du travail accompli par Yves Chauvin peut à la fois nous aider et nous montrer la voie.

En quoi ce prestigieux prix peut-il apporter une réponse à la première des difficultés soulignées tout-à-l'heure, l'ubiquité de la chimie qui la rend souvent invisible ? Là je crois, c'est l'existence

même d'un prix Nobel de Chimie, à côté de celui de Physique et de celui de Médecine, je mets un peu à part ceux de Littérature, Économie et de la Paix, qui souligne que la Chimie est une discipline de base, reconnue à travers ce prix universel comme telle, avec ses 2 ou 300 ans de connaissances accumulées, qui suivent des millénaires de manipulation de la matière. Ce serait une erreur irréparable, sous prétexte de pluridisciplinarité ou de quelconque autres prétextes, de la diluer et de n'en faire qu'une technique de soutien à d'autres problèmes ou disciplines. Mon message ici n'est pas corporatiste, nous sommes déjà très ouverts dans nos collaborations avec les autres domaines de la science ou de l'économie, mais un message de bon-sens. Il faut au moins dix ans de paillassage après 3 ou 4 ans de TP dans nos écoles ou universités pour faire un chimiste qui pourra ensuite être pluridisciplinaire. Mais il faut beaucoup de vrais chimistes pour faire ce futur chimiste, de vrais chimistes faisant de la recherche de pointe car on n'est pas un bon enseignant sans être un bon chercheur.

Je citais comme deuxième difficulté majeure rencontrée par la chimie, et la chimie française en particulier, un terrible déficit d'image. L'image de la chimie auprès du grand public, donc son acceptation comme une discipline importante, comme une science où il faut investir en personnel et en argent, est catastrophique. La chimie se trouve aujourd'hui au banc des accusés un peu à l'instar du nucléaire il y a quinze ans. Faut-il faire le gros dos et attendre des jours meilleurs ? Faut-il décider comme aux Etats-Unis à la NSF de camoufler la chimie sous un vocable générique de Sciences Physiques, au pluriel, ou en Italie au CNR sous le vocable de

« Science moléculaire » ? Non, il faut réagir, il s'agit de montrer ce que les laboratoires de chimie font dans le sens de l'amélioration de la vie quotidienne, de la santé et de l'économie, de l'environnement et du développement durable, du bien-être en général, du rêve aussi. Qui sait, dans le grand public, que la plupart des travaux de recherche menés pour lutter contre la pollution, pour améliorer l'environnement, sont effectués par des laboratoires de Chimie ? Nous avons avec le très médiatique prix Nobel qui honore Yves Chauvin, une occasion rare d'intervenir sur la scène publique française, profitons-en tous !

Evidemment ce n'est pas ce prix qui va résoudre le troisième déficit que je soulignais en introduction, la crise économique qui nous guette, avec délocalisation et fermetures d'unités de production. En revanche Yves Chauvin est la parfaite illustration du lien qui lie la science chimique et sa dimension économique et industrielle. Lui qui a fait toute sa carrière de scientifique couronnée par ce prix Nobel, au service de la mise au point de grands procédés, reçoit ce prix pour une intuition géniale, la proposition d'un intermédiaire réactionnel, un carbène, peu ou pas connu au moment où Yves Chauvin publie un mécanisme pour la réaction de métathèse. Qui peut nous faire encore croire aux vieilles sornettes qui séparent une soit disant recherche fondamentale d'une soit disant recherche appliquée ?

oooooooooooooooooooooooooooo

Après la position défensive dans laquelle je me suis volontairement placé depuis le début de mon allocution, je voudrais maintenant

vous faire passer un message d'espoir, en d'autres termes me mettre à l'offensive. Depuis bientôt deux ans, je sillonne la chimie française, tant dans sa dimension académique avec les visites de laboratoire dans tout le pays ou l'étude des dossiers d'évaluation et de projet de recherche, que dans sa dimension industrielle avec les multiples rencontres avec les chercheurs, les hommes d'usine et les dirigeants d'entreprise. En même temps, je continue à me rendre fréquemment à l'étranger pour y rencontrer les mêmes acteurs. Je peux, avec cette expérience unique, vous affirmer que la chimie française est grande et forte et que ce prix Nobel n'en est qu'une juste illustration, une reconnaissance de nos pairs. Ce prix est bien-sûr le sommet, mais combien d'autres prix ou médailles étrangers viennent couronner chaque année les travaux de nos chercheurs, plus de 20 rien que sur l'année 2004. Je n'ai bien entendu pas le temps ici de vous montrer en détail ce qui me permet un tel optimisme, mais deux exemples suffiront à vous en donner une idée.

J'étais toute la semaine dernière en Angleterre où j'ai visité trois grandes universités de chimie : Liverpool, Oxford et Southampton. Partout on m'a montré l'importance que nos amis britanniques attachent aux collaborations que l'on veut tisser avec les laboratoires français, c'est une priorité pour eux, beaucoup plus qu'avec les autres pays. Le ferait-on avec un pays faible en chimie ? Tous les laboratoires anglais de chimie résonnent de sonorités françaises, ce sont des dizaines et des dizaines de doctorants, de post-docs ou de personnels permanents issus de nos universités, écoles et laboratoires que l'on y trouve, à tel point que j'ai même visité un grand laboratoire lors d'un autre voyage à Belfast, où 50% du personnel permanent et non permanent était

français ou avait fait ses études en France. À Southampton, j'ai visité une entreprise issue d'un laboratoire de chimie de l'université, probablement la meilleure que je connaisse dans le « screening haut débit », où le directeur m'a affirmé vouloir maintenir là-aussi 50% de son personnel d'origine française. Je ne vous parlerai pas de l'invasion française dans les laboratoires d'outre-Rhin, la situation y est semblable à la Grande-Bretagne. Un seul chiffre, près de 30% des élèves de l'École de Chimie de Strasbourg, vont faire une thèse ou un stage en Allemagne.

Le deuxième exemple, permettez-le moi, a à faire avec la catalyse, ma discipline de prédilection, mais surtout celle aussi d'Yves Chauvin. J'ai entrepris depuis quelques mois un travail d'évaluation quantitative et qualitative à partir des bases de données complètes de l'ensemble des publications en chimie depuis 1945. J'ai, pour arriver à mes fins, découpé la chimie en sous-discipline dont une est la catalyse, et j'ai subdivisé ces sous-disciplines, à partir de mots clés, pour en faire un pavage complet. À partir de là je peux évaluer les forces et les faiblesses françaises, les lieux où la science se fait en France et à l'étranger. Je vous projette le tableau correspondant au pavé « métathèse » dans la sous-discipline « catalyse ». Nous avons 4825 publications dans ce pavé, 3715 auteurs dans les 2000 les plus récentes, dont 3 français et française dans les 17 premiers mondiaux par nombre d'articles (Pierre, Christian, Jeanine et Jean-Marie restez modeste je vous prie !). Si l'on prend maintenant les 2000 papiers les plus cités, on retrouve là encore 3 français dans les 17 premiers par nombre d'articles, Jean-Marie Basset a su sans doute profiter de la présence d'Yves Chauvin dans son labo pour apparaître dans une

position aussi élevée. Entre parenthèse, mon système marche assez bien car on retrouve les deux co-lauréat de Yves Chauvin, Grubbs et Schrock, aux deux premières places. Pourquoi Yves n'apparaît-il pas ? Tout simplement parce qu'il n'a pas publié de papier sur le sujet depuis très longtemps et qu'à son époque le nombre d'articles était beaucoup plus faible, nous n'avions pas encore commencé l'inflation dans laquelle nous baignons aujourd'hui. Dans la dernière partie du tableau on voit la France en troisième position derrière les USA et l'Allemagne, il s'agit d'un classement quantitatif sur le nombre total de publications.

Si maintenant j'additionne les 31 pavés qui composent la sous-discipline « catalyse », j'observe dans le deuxième tableau que les USA sont premiers, suivis du Japon et de la Chine, la France en quatrième position, juste devant l'Allemagne, loin devant le Royaume-Uni et l'Espagne. Rapporté par tête d'habitant, nous devons flirter avec la première place, disputée probablement avec les Pays-Bas et la Suisse. Mais c'est le premier classement qui compte, qui montre le poids et l'impact d'un pays, celui rapporté par tête d'habitant n'est là que pour flatter notre ego. Je n'ai, et de loin, pas terminé le travail sur les autres sous-disciplines de la chimie et je ne sais pas encore si j'arriverai sur un résultat aussi flatteur.

Pour conclure et pour revenir à notre journée et donc à l'hommage que nous rendons ce soir à Yves Chauvin, je voudrais montrer sur trois tableaux, jusqu'où son intuition s'est étendue, bien au-delà de son domaine de la catalyse homogène.

Dans les années 70, la chimie organo-métallique et son zoo de molécules et de ligands n'en était qu'à ses débuts, et la catalyse hétérogène essayait de trouver dans ce zoo des ligands qui pouvaient être des modèles pour les espèces adsorbées sur les surfaces des catalyseurs, qui rendraient compte des mécanismes de réaction observés.

François Gault à Strasbourg en 1975, a ainsi introduit un mécanisme de cracking des hydrocarbures saturés sur métal, différent de celui observé avec des acides. Il commençait par une deshydrogénation, suivi par la formation d'un carbène et d'une oléfine π -adsorbée, qui soit s'hydrogénaient et donnaient deux molécules saturées plus petites, soit se réarrangeaient d'abord et se réhydrogénaient pour donner une molécule plus grosse que celle de départ et une plus petite. C'était là exactement le mécanisme de métathèse proposé par Yves Chauvin d'ailleurs largement cité dans l'article, et l'on s'accordait pour dire que la présence de molécule plus grosse dans les produits de la réaction était la preuve de ce mécanisme. Entre parenthèse, il avait été prouvé là que la métathèse pouvait s'appliquer aux hydrocarbures saturés, ce qui a l'air d'être moins évident à prouver en catalyse homogène.

Plus récemment, de 1992 à 1994, toujours à Strasbourg nous avons montré qu'un mécanisme très proche de celui de la métathèse, faisant intervenir un cycle de carbone contenant un atome de métal et le passage par une espèce carbénique adsorbée, pouvait rendre compte de la très forte sélectivité pour l'isomérisation des alcanes linéaires de longueur supérieure à 6 carbones, d'un catalyseur à base d'oxycarbure de molybdène. Cette réaction n'est pas sélective sur les catalyseurs bifonctionnels classiques de réformage à base

de platine supporté sur un solide acide. Dans ce cas le mécanisme fait intervenir un carbocation qui favorise le craquage des chaînes supérieures à 6 carbones.

Le développement gigantesque qu'a connu la métathèse en catalyse homogène ou en catalyse de polymérisation, bien illustré par les travaux de Schrock et de Grubbs, est donc allé au delà de ses frontières naturelles et montre toute la puissance de ce que Yves Chauvin avait imaginé. La communauté des chimistes français ne peut qu'être fière d'avoir un tel esprit dans ses rangs et, j'espère pouvoir parler en son nom, en disant à Yves Chauvin : bravo, merci et nos pensées seront avec vous quand vous irait recevoir ce prix à Stockholm.