

## Jean Rouxel (1935-1998)

Jean Rouxel nous a quittés brusquement le 19 mars 1998, à l'âge de 63 ans. Professeur à l'université de Nantes où il a créé l'Institut des Matériaux, il a marqué de son empreinte toute la chimie du solide et c'est notre communauté toute entière qui lui rend hommage.

Jean Rouxel est né le 24 février 1935 à Malestroit, dans le Morbihan. D'un père cheminot, interprète reconnu de chants gallo et entouré d'une famille de musiciens, Jean Rouxel n'était, a priori, pas destiné à la carrière scientifique. Il a grandi à Dirinon et Doualas, les dernières gares sur la ligne Quimper-Landerneau. Homme de fidélité, il est toujours resté très attaché à sa terre de Bretagne. Il pouvait nous parler pendant des heures de son pays, de ses champs, de ses pierres, de son histoire, de sa culture. Toute sa carrière se situe d'ailleurs en Bretagne. Après des études aux lycées de Landerneau et de Brest, il entre à la faculté des Sciences de Rennes. C'est là qu'il rencontre le professeur Paul Hagenmuller qu'il suivra à Bordeaux où il passe sa thèse, en 1961. De cette rencontre est née sa passion pour la chimie du solide. Très jeune, à 28 ans, il est nommé professeur à l'université de Nantes. L'université venait d'être créée et, comme il le rappelait récemment lors de la remise de sa médaille d'or, il n'y avait alors ni élèves, ni même de bâtiments. On mesure l'œuvre accomplie en quelques décennies, lorsque l'on voit aujourd'hui l'Institut des Matériaux qu'il a créé à Nantes !

Homme attaché à sa terre, Jean Rouxel a aussi été un homme ouvert aux autres, pour lequel les frontières n'existaient pas. Son œuvre dépasse largement le cadre local, et même national, comme l'attestent les nombreuses distinctions qu'il a reçues en Europe, aux États-Unis ou au Japon. Il a présenté plus de cent conférences plénières devant les plus grands laboratoires internationaux (Frontier lectures à College Station, Debye lecture à Cornell, Hund lecture au Max-Planck à Stuttgart, von Humbolt lecture en

Allemagne, FMC lecture à Princeton...). En France, il a assumé de nombreuses responsabilités au CNU (Conseil national des universités), au CNRS (président de la commission chimie du solide-métallurgie, président du conseil du département Chimie), à la SFC (président de la division Chimie du solide) et comme membre du Conseil Supérieur de la Recherche Scientifique et Technique.

De nombreuses distinctions ont marqué sa carrière : médaille d'argent du CNRS, prix Paul Pascal de l'Académie des sciences, médaille d'or du CNRS en 1997. Il a été élu successivement membre de l'Académie des sciences (1988), puis membre de l'Institut Universitaire de France (1991) et, tout récemment, professeur au Collège de France (1996).

Jean Rouxel s'est toujours passionné pour la recherche, c'est pourquoi je voudrais avant tout parler de ses travaux. Décrire la carrière scientifique de Jean Rouxel, c'est retracer l'histoire de la chimie du solide française au cours des trente dernières années. On en trouvera une analyse remarquable dans la leçon inaugurale qu'il a présentée au Collège de France, le 9 juin dernier (*L'Actualité Chimique*, mars 1998, p. 5-11).

Ses travaux concernent essentiellement les chalcogénures, composés dans lesquels l'anion est l'un des éléments de la colonne VI (S, Se, Te). Moins électro-négatifs que l'oxygène situé dans la même colonne, ils donnent, avec les métaux, des composés beaucoup plus covalents, ce qui leur confère des propriétés originales par rapport aux oxydes.

Les chalcogénures donnent, en particulier, des solides de basse dimensionnalité, thème qui constitue l'axe central des recherches de Jean Rouxel. Le lien chimique n'y est fort que dans une ou deux directions, ce qui conduit à des cristaux lamellaires ou fibreux. Ces édifices résultent de l'association de molécules planes ou linéaires infinies, établissant ainsi un lien entre chimie du solide et chimie moléculaire. Ce lien,



Jean Rouxel (photo de J.-Ch. Ricquier, IMN Nantes).

entre les deux grandes branches de la chimie minérale, Jean Rouxel s'efforcera toute sa vie de le renforcer.

La structure particulière des solides de basse dimensionnalité leur confère des propriétés nouvelles que Jean Rouxel a remarquablement su mettre en évidence et étudier.

L'anisotropie du lien chimique entraîne une anisotropie des propriétés physiques. Cependant, ces propriétés ne se déduisent pas simplement par une réduction à une ou deux dimensions du comportement des solides tridimensionnels. Des phénomènes nouveaux apparaissent, tels que les ondes de densité de charge, modulations couplées des densités électroniques et des positions atomiques menant à des édifices incomensurables. C'est à Nantes qu'est né le premier composé présentant des ondes de densité de charge,  $\text{NbSe}_3$ . C'est aujourd'hui le composé modèle, et c'est grâce à un dialogue constructif avec les physiciens du solide que ces phénomènes ont pu être mis en évidence et interprétés. C'est là l'une des caractéristiques de Jean Rouxel, une grande ouverture vers les autres disciplines, attitude qui reflète un esprit avide de créer et de comprendre.

Les solides de basses dimensionnalité présentent aussi des propriétés chimiques remarquables. Ils sont en effet

susceptibles d'accueillir des molécules ou des ions étrangers au sein de leur structure. Pour cela, il suffit que les feuillets s'écartent, comme les pages d'un livre. Les espèces intercalées modifient les interactions entre feuillets et confèrent au matériau des propriétés nouvelles. Toute une chimie d'intercalation est née, dont beaucoup d'exemples sont issus des travaux de Jean Rouxel et de ses collaborateurs. La réaction est réversible et l'ion peut ensuite être retiré par voie chimique ou électrochimique. Ces recherches ont ouvert la voie à de nombreuses applications originales dans des domaines importants, comme celui du stockage de l'énergie pour la réalisation de cathodes pour batteries au lithium. On retrouve ici un autre aspect de Jean Rouxel, son sens des responsabilités l'a conduit à toujours s'intéresser aux retombées de ses travaux pour la société. C'est ce qui explique son engagement auprès des organismes publics et des entreprises industrielles.

La réciproque de la chimie d'intercalation existe. On peut aussi considérer un composé  $A_xM_yS_z$  comme un composé d'intercalation hypothétique au sein d'un réseau  $M_yS_z$ . Suivant cette idée, il devrait être possible d'obtenir ce dernier composé en retirant simplement le cation  $A^+$  et l'électron qui lui est associé à l'aide d'un oxydant puissant. C'est ce qui a été réalisé avec des

sulfures aussi simples que  $VS_2$  ou  $FeS_2$  dont la synthèse directe, par voie solide, s'était avérée impossible.

C'est ainsi que Jean Rouxel a développé toute une voie de « chimie douce » en partant de précurseurs solides que l'on modifie en les faisant réagir, à une température proche de l'ambiante, avec des espèces en solution. On est loin de la chimie du solide classique qui nécessite des batteries de fours et des températures souvent supérieures à 1 000 °C. C'est pour développer ces idées que Jean Rouxel avait organisé à Nantes, en 1993, le premier Colloque international sur la « chimie douce ».

Au-delà de la synthèse et de l'étude des propriétés des solides, Jean Rouxel s'est toujours attaché à comprendre les phénomènes observés en les décrivant en terme de « liaison chimique ». Il a, dans ce domaine, apporté des idées totalement nouvelles en développant au cours de ces dernières années une chimie des « trous » et des « anti-liaisons » qui s'opposait aux idées classiques du chimiste, qui décrit la liaison chimique en terme d'électrons au sein d'orbitales liantes. Peu de temps avant sa disparition, il nous avait présenté, à l'université Pierre et Marie Curie, une conférence remarquable sur ce sujet. Chaque conférence de Jean Rouxel était différente de la précédente et apportait des idées nouvelles ! C'est sans doute là

l'une de ses qualités premières, l'imagination, qui lui faisait refuser le confort de la situation acquise et le conduisait à toujours rechercher un éclairage nouveau.

En retraçant la carrière de Jean Rouxel, je voudrais aussi parler de l'homme, de l'ami. Sa réussite remarquable ne lui a jamais fait oublier ses collègues et les lauriers qu'il a recueillis, ce n'était pas seulement pour lui, c'était aussi pour les partager avec nous. Tout au long de sa route, il a veillé à nous aider à avancer avec lui. Combien d'entre nous lui doivent un conseil, un encouragement, parfois une critique, mais toujours une aide amicale qui nous a aidé à franchir un cap difficile. C'est avec lui que nous avons initié l'école d'été à laquelle il a donné le nom d'un vent de son pays « Galerne ». Combien d'actions ont pu être menées à bien grâce à lui !

Jean Rouxel nous a quittés à la veille du printemps, l'année même où il avait fait ses premiers cours au Collège de France et avait reçu la médaille d'or du CNRS. Il est difficile de parler au passé d'un ami dont l'image reste si vivante dans nos cœurs. Son départ laisse un grand vide, il avait encore tant de choses à nous dire !

**Jacques Livage**  
président de la division  
Chimie du solide de la SFC



#### INDUSTRIES UTILISATRICES

Secteur Aéronautique et Spatial.  
Chimie, Pharmacie,  
Parachimie, Sidérurgie,  
Agro-alimentaire et Biologie.

#### POUR VOUS SERVIR, EN FRANCE

481 personnes.  
18 centres de production et de distribution.

#### ACTIVITÉS

##### Production et Distribution de

- GAZ CARBONIQUE (CO<sub>2</sub>)
- GLACE CARBONIQUE
- GAZ INDUSTRIELS
- GAZ DE LABORATOIRE
- GAZ MEDICAUX

##### Vente et Installation des

MATERIELS DE MISE EN ŒUVRE.

→ Consultez l'Annuaire Electronique



Nom : **CARBOXYQUE**  
Loc. : **La Défense**  
Dépt. : **92**

### 1<sup>er</sup> PRODUCTEUR FRANÇAIS DE CO<sub>2</sub>

Siège Social : Tour Ariane - 92088 PARIS LA DEFENSE CEDEX - Tél. : 01.55.23.57.86 - Fax : 01.55.23.58.00