Prix Nobel de chimie 1996 : une récompense attendue

Ary Dworkin* *chargé de recherche,* **Henri Szwarc*** *directeur de recherche*

Le Comité Nobel vient de répondre à l'attente des chimistes en attribuant son prix 1996 à Robert P. Curl Jr, Harold W. Kroto et Richard E. Smalley pour la découverte des fullerènes (1985) dont le représentant le plus connu, C_{60}, a été déclaré molécule de l'année 1991 par la revue *Science*.

Smalley était, à l'origine, un spécialiste des amas métalliques (clusters) à Rice University (Houston, États-Unis) où il les préparait par ablation laser. Curl collaborait avec lui pour leur étude par spectroscopie IR et microondes.

Kroto, quant à lui, travaillait à l'université de Sussex (GB) et s'intéressait aux atmosphères stellaires et interstellaires dont on cherchait à expliquer certaines raies spectrales diffuses en en attribuant l'origine à des polymères carbonés insaturés (polyines). Grâce à Curl, il persuada Smalley de préparer des amas carbonés et d'étudier leur spectres. Les expériences entreprises en 1985 avec la collaboration de deux thésards (J.R. Heath et S.C. O'Brien) furent difficiles à mettre au point, mais conduisirent à l'observation par spectrométrie de masse de pics aux masses 720 et 840, c'est-à-dire correspondant à respectivement 60 et 70 atomes de carbone : la seule explication rationnelle fut d'attribuer à l'entité C_{60} une structure fermée comportant 20 hexagones et 12 pentagones pour respecter un théorème d'Euler et à laquelle ils donnèrent le nom ésotérique de buckminsterfullerène en l'honneur de l'auteur du pavillon américain à l'exposition universelle de 1967 à Montréal ; le nom de footballène fut également utilisé par analogie avec l'aspect du ballon de football.

Dès 1966, Daedalus (David Jones), dans ses célèbres anticipations de *New Scientist*, avait décrit des molécules géantes de carbone formant une surface fermée sur elle-même. En 1970, le chimiste théoricien japonais Eiji Osawa avait montré qu'une molécule comportant 60 atomes de carbone situés aux sommets d'un icosaèdre tronqué pouvait être stable. L'article, publié en japonais seulement, passa inaperçu.

De leur côté, les chimistes cherchaient à fabriquer, à l'instar de Eaton ou de Paquette, des molécules ayant la forme des solides platoniciens et notamment l'icosaèdre tronqué. Cette voie chimique n'a pas encore abouti, mais l'espoir demeure.

De façon inattendue, cette synthèse se réalisa à partir du chaos des fragments carbonés arrachés par un faisceau laser à une surface de graphite ou existant dans l'arc électrique qui jaillit entre deux électrodes de graphite. Par cette dernière méthode, Krätschmer, Huffman et leur thésards Fostiropoulos et Lamb, préparèrent en 1990 du C_{60} et du C_{70} en quantité macroscopique : quelques milligrammes du premier.
L'étude des propriétés physiques, physico-chimiques et de la réactivité des fullerènes devenait possible : on démontra que ce n'était pas là qu'il fallait chercher l'explication des bandes diffuses interstellaires, mais rapidement une moisson de résultats inattendus enchanta la communauté scientifique. En voici quelques exemples d'importance inégale :

– possibilité d'encapsuler des hétéro atomes à l'intérieur des sphères de C_{60}, C_{70}, C_{82} ;
– preuve par RMN de l'équivalence

Les prix Nobel de chimie 1996

Robert F. Curl Jr. est né en 1933 à Alice, Texas, États-Unis. Ph.D. de chimie en 1957 à l'université de Californie à Berkeley. Depuis 1958, il travaille à Rice university, Houston, Texas où il a été nommé professeur en 1967.

Sir Harold W. Kroto est né en 1939 à Wisbech, Cambridgeshire, Royaume Uni. Ph.D. à Sheffield en 1964. Depuis 1967, il travaille à l'université du Sussex à Brighton. Il y est professeur de chimie depuis 1985 et, en 1991, il est devenu Royal Society Research Professor.

Richard E. Smalley est né en 1943 à Akron, Ohio, États-Unis. Ph.D. de chimie en 1973 à l'université de Princeton. Il est professeur de chimie à Rice depuis 1981 ; il est aussi professeur de physique à la même université depuis 1990.

* Université Paris Sud, Laboratoire de chimie physique des matériaux amorphes, URA D 1104 du CNRS, 91405 Orsay. Tél. : 01.69.15.75.84. Fax : 01.69.15.44.47.

des 60 atomes de carbone ;
– rotation quasi libre à l'état solide ;
– existence d'une transition cristal-cristal et d'une transition vitreuse dans le cristal ;
– propriétés faiblement semi-conductrices ;
– propriétés supraconductrices à haute température des composés d'intercalation C_{60}-métaux alcalins ($T_c \sim 30$ K) ;
– ferromagnétisme du composé d'intercalation de C_{60} avec le TDAE à basse température ($T_c \sim 16$ K) ;
– réalisation de cristaux moléculaires décagonaux ;
– pouvoir limiteur optique des solutions de C_{60} et même de dérivés de C_{60} polymérisés ;
– transformation en diamant sous l'action de hautes pressions non hydrostatiques ou d'ondes de choc et sous l'action combinée de la pression et de la température sans catalyseur ;
– obtention de composés ultradurs par effet combiné de hautes pressions (>10 GPa) et de hautes températures (> 1000 K) ;

La chimie utilisant le C_{60} comme matière première connaît un développement explosif et représente certainement un sujet d'avenir extraordinaire.

Les études biologiques ne font que commencer, mais semblent prometteuses.

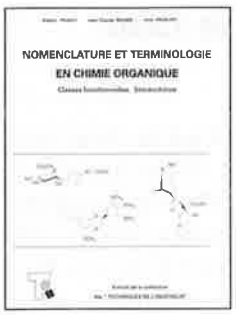
La méthode de préparation décrite plus haut devait révéler d'autres surprises : en 1991, Iijima trouva dans le culot de fabrication d'étranges structures composées de tubules mono- ou polycouches, fermés ou non, d'un diamètre de quelques nanomètres et pouvant atteindre le micron de longueur ! Ces tubules (qu'on peut dans certains cas remplir de métal) présentent des propriétés mécaniques exceptionnelles. Ils constituent d'ailleurs le travail actuel de Smalley.

Maintenant que l'on sait reconnaître les fullerènes, on les redécouvre dans nombre de réactions décrites auparavant, dans les flammes, dans certaines météorites, dans des cratères d'impact de celles-ci, et même dans des minerais carbonés comme la schungite.

Cette énumération n'est pas limitative puisque le nombre de publications consacrées aux fullerènes augmente d'environ 40 unités par semaine sans parler des trois ou quatre congrès internationaux exclusivement dédiés à ce sujet chaque année.

Malgré des propriétés hors du commun, aucune application ne s'est encore fait jour. Gageons que les premières nous surprendront autant que la découverte des fullerènes eux-mêmes.

ENFIN EN FRANÇAIS : NOMENCLATURE ET TERMINOLOGIE EN CHIMIE ORGANIQUE



- Toutes les données techniques dont vous avez besoin enfin en français !
- 100 pages comprenant de nombreux exemples et tableaux.
- à partir de 76 F TTC l'exemplaire (69 F TTC pour les membres de la SFC).

Enfin dans un même ouvrage, découvrez l'adaptation française de 3 documents de base préparée par la Commission de Nomenclature en Chimie Organique de l'IUPAC. Cette brochure exceptionnelle présente :

- les **principes essentiels** de la nomenclature d'après les dernières recommandations de la Commission (1993).
- un **glossaire** des noms de classes fonctionnelles des composés organiques et intermédiaires réactionnels (1994).
- la **terminologie** de base de la stéréochimie (1994).

TECHNIQUES DE L'INGENIEUR

Technique de l'Ingénieur
249, rue de Crimée
75019 Paris
Tél. : 01 53 35 20 20
Fax : 01 53 35 20 10

Cette brochure est extraite du Traité des Techniques de l'Ingénieur "Constantes Physico-Chimiques".

BON DE COMMANDE

à retourner ou à faxer aux : Techniques de l'Ingénieur, département commercial, 249, rue de Crimée - 75019 Paris
Tél. : 01 53 35 20 20 - Fax : 01 53 35 20 10
OFFRE SPÉCIALE POUR LES ADHÉRENTS DE LA SFC

Oui, envoyez-moi _____ exemplaires de "Nomenclature et terminologie en Chimie Organique" (réf. KB) : au prix de 95 F TTC l'unité pour toute commande inférieure à 5 exemplaires (86 F TTC pour les membres de la SFC). Remise de 20 % à partir de 5 exemplaires par commande soit 76 F TTC à l'unité (69 F TTC pour les membres de la SFC). (Frais de port inclus).

Offre valable jusqu'au 31/12/1996 dans la limite des stocks disponibles.

Je joins mon chèque de _____ francs à l'ordre de : Techniques de l'Ingénieur.

Date : _____ Nom : _____ Prénom : _____

Fonction : _____

Signature et cachet :

Sté/Organisme : _____

N° : _____ Rue : _____

_____

Code postal : _____ Ville : _____

N° sociétaire SFC : _____

N° Tél. : _____ Fax : _____

Effectifs : _____ Code NAF : _____