

### La chimie, une science créatrice !

#### Interview de Jean-Marie Lehn par Mehdi Soussi-Therond et Patricia Pineau

##### **Quand avez-vous choisi la chimie ? Quel a été le fait déclencheur ?**

À ma sortie de collège, j'avais une préférence pour la philosophie. À l'époque, il y avait trois bacs en classe terminale : philosophie, sciences expérimentales et mathématiques élémentaires, et j'ai choisi la section philo parce que j'avais suivi la filière « classique » avec latin et grec au cours de mes études secondaires et j'étais attiré par les « grandes » questions qu'elle traitait. Mais en même temps, je m'intéressais beaucoup à la chimie parce que ces histoires de molécules et produits m'intriguaient. J'ai donc passé le bac philo en juin et le bac de sciences expérimentales en septembre de la même année. C'est alors que la chimie m'est apparue comme une science très attrayante. Par exemple, les halogènes – fluor, chlore, brome, iode – sont des éléments qui présentent des analogies, idem pour les alcalins, et sont bien rangés en colonnes. Cette régularité, ce classement et ce tableau illustrent les relations entre les éléments : une idée séduisante qui me montrait que la chimie était une science cohérente.

Quand je fais une conférence grand public, j'insiste toujours sur Mendeleïev et le tableau périodique des éléments, qui est le fruit de chimistes. C'est pour moi l'une des contributions scientifiques les plus importantes de tous les temps et de tous les domaines. Ce tableau donne les éléments qui constituent la matière visible (5 % de la matière de l'univers) et nous faisons partie de cet ensemble. Quand vous êtes assis sur votre fauteuil et que vous regardez le tableau périodique, vous avez devant vos yeux les éléments qui sont présents partout dans l'univers et il n'y en a pas d'autres ! On sait que ce tableau est important, mais il faut se rendre compte de sa réelle, profonde signification.

##### **Avoir le prix Nobel à 48 ans a-t-il changé quelque chose dans votre vie ?**

Le prix Nobel change indéniablement quelque chose ! Ce prix est décerné par nomination, c'est-à-dire que si c'est bien l'Académie suédoise des sciences qui décide, elle recueille les avis de nombreuses personnalités scientifiques qui vous nomment si elles considèrent que ce que vous avez fait est important. C'est évidemment réconfortant parce qu'on se dit « après tout, je n'ai pas perdu mon temps en faisant ce que j'ai fait ». Quand les propositions arrivent à Stockholm, les membres de l'Académie des sciences et de l'Institut Karolinska délibèrent, puis choisissent les lauréat(e)s. Après le prix Nobel, j'ai continué à travailler comme avant, et il est vrai que j'ai plus publié après qu'avant le prix.

##### **Vous aimez la chimie : comment expliquez-vous qu'aujourd'hui dans les médias et d'autres plateformes, elle apparaisse comme une « mal-aimée » ?**

Avant tout, il faut convaincre les gens que la chimie est une science, qui est mal comprise. Quand une voiture rentre dans un arbre, est-ce qu'on accuse la physique ? Pourtant il s'agit



Jean-Marie Lehn, prix Nobel de chimie 1987.

bien de la physique : c'est la quantité de mouvement qui se heurte à un obstacle solide. Concernant la chimie, il y a sans doute aussi un aspect très empirique : nous sommes des animaux mammifères sensibles aux odeurs, aux bruits, aux fumées, des perceptions que l'on attribue à des substances et à des industries chimiques. Pour moi, la chimie est aussi cette capacité de transformer la matière, dans son intime constitution. C'est prométhéen !

Deux anecdotes pour décrire comment je vois la chimie, son rôle dans la science. Il se trouve qu'un jour, un journaliste scientifique me téléphone me faisant savoir qu'il est en train de rédiger un article sur les grandes questions dans les sciences. Les physiciens lui disent qu'ils étudient les lois de l'univers : « big problem ! ». Les biologistes lui disent qu'ils s'intéressent aux règles de la vie : « big problem » aussi ! Il lui semble que la chimie s'intéresse aux molécules, aux matériaux, aux médicaments... C'est très bien, mais où est le « grand » problème ? Je lui réponds alors qu'il se trompe, qu'il ne s'agit pas « juste » de cela. La chimie a la mission de déchiffrer, de comprendre comment les lois très générales de l'univers ont pu conduire à une expression spécifique de ces lois dans un organisme vivant et pensant comme un être humain sur la planète Terre. Je suis convaincu que sur les autres planètes, il y a de la vie. Les organismes peuvent avoir des aspects tout à fait différents mais, souvenez-vous, ils sont toujours formés des mêmes éléments et rien d'autre. Un atome de carbone, une liaison carbone-carbone est la même partout, que ce soit chez nous ou dans une très lointaine galaxie.

Je me souviens qu'à l'occasion de l'Année de la chimie en 2011, la revue *Reflets de la Physique* m'avait demandé un court texte sur la chimie dans lequel j'ai écrit que la physique s'occupe des lois fondamentales de l'univers et la chimie de leur expression spécifique dans la matière vivante ou non. Et j'ai conclu de façon un peu provocatrice : la chimie est à la physique ce qu'un quatuor de Beethoven est aux lois de l'acoustique. Chaque composition musicale est un objet acoustique très spécifique, de même pour la peinture, un peintre travaille avec les couleurs qui ont des propriétés universelles, mais la Joconde, c'est la Joconde.

### **La chimie fait gagner de l'argent aux industriels ; ces derniers ne sont pas toujours attentifs aux impacts environnementaux**

Tout d'abord, si vous voulez gagner de l'argent, ne faites pas de la chimie, ni de la recherche en général ! Il faut savoir ce qu'on veut dans la vie. Concernant les industries chimiques, les quantités de produits qu'il faut fabriquer sont énormes du fait de la population mondiale, d'où des consommations en énergie, en matières premières considérables. Quand on me raconte qu'il faut diminuer les productions et adopter des approches durables, je réponds que les chimistes l'ont toujours fait. Au cœur même de leur formation se trouve la triple minimisation : consommer le moins possible de matière, le moins d'énergie, et minimiser la formation de produits secondaires pour un meilleur rendement. C'est le credo principal des chimistes. Les chimistes sont les premiers écologues !

Je vais défendre les industriels car ils doivent faire tourner leur boîte, payer le personnel et produire. Certes, il y a des déviations lorsque le pouvoir de décision, les choix d'orientation sont dans les mains de ceux qui suivent les cours de la bourse plutôt que les recherches dans les laboratoires et les produits dans les usines. Cette évolution est assez récente et je l'ai vécue. Il n'y a pas si longtemps, des entreprises comme Dupont de Nemours, Bell Telephone, General Electric aux États-Unis avaient des laboratoires de pointe et des chercheurs récompensés par un Nobel. Il en reste qui investissent fortement en R&D.

### **Quelles sont les clés de la réussite en chimie ?**

Je vais souvent en Chine pour donner des conférences, et on me demande souvent comment obtenir un prix Nobel. Il n'y a aucune recette, mais il s'agit peut-être d'attitudes. Premièrement, il ne faut pas rater le train, c'est-à-dire lorsqu'une occasion se présente, il faut la détecter. Pasteur disait : « *La chance ne sourit qu'aux esprits bien préparés* ». Deuxièmement, il ne faut pas essayer de sauter dans un train qui est déjà plein. S'il y a une mode qui se développe dans un domaine, beaucoup de monde s'y précipite et ce n'est pas forcément bon. Un exemple instructif est celui du prix Nobel de 1987 en physique : Bednorz et Müller avaient découvert des matériaux supraconducteurs à « haute » température, ce qui à l'époque correspondait à environ 30 kelvins. Ces travaux, publiés dans un journal qui ne figurait pas parmi les « hauts facteurs d'impact », ont été à l'origine d'une explosion de la recherche sur les supraconducteurs. Considérant l'importance du domaine, l'engouement d'un très grand nombre de physiciens et d'entreprises était entièrement justifié, mais peut-être au détriment d'autres domaines.

La troisième recommandation que je fais, c'est d'essayer d'aller à contre-courant ou de penser perpendiculairement, c'est à dire se poser la question : que se passerait-il si j'essayais de



faire l'opposé de ce que j'ai appris ? Par exemple, la chimie supramoléculaire concerne des assemblages assez fragiles entre molécules qui peuvent se dissocier et se réassembler. Je me suis alors posé la question de ce qui se passerait si on faisait cela avec les molécules. Évidemment, cela remet en cause ce qu'on a appris. En effet, lorsqu'on pense aux molécules, on veut qu'elles soient stables et ne tombent pas en petits morceaux. Si intentionnellement on introduisait dans des molécules des liaisons réversibles, qui se couperaient dans certaines conditions, cela ouvrirait un autre champ : le champ des molécules labiles. Ces molécules sont beaucoup plus difficiles à contrôler, donnant lieu à des mélanges de molécules échangeant des fragments : l'état statique devient dynamique. Cette approche a ouvert de nouvelles perspectives et a conduit au développement de la chimie dynamique covalente : par exemple faire des polymères qui peuvent se réorganiser, se réarranger, changer de propriétés. Par introduction de liaisons réversibles dans des molécules pour qu'elles se décomposent puis se recomposent en échangeant des fragments, elles deviennent dynamiques dans leur constitution, ouvrant la possibilité d'adaptation à des modifications de leur environnement.

### **Vous avez sans doute de beaux souvenirs, mais quel est le plus beau ?**

Parmi de nombreux souvenirs, il y a en premier lieu la synthèse du premier cryptand par mes doctorants Bernard Dietrich et Jean-Pierre Sauvage (dont on a entendu causer par ailleurs !) et il y en a un que j'affectionne. En 1990, dans mon laboratoire au Collège de France, nous avons introduit la notion de polymères supramoléculaires. Vingt-trois ans après, une petite entreprise, Xeltis, localisée en Hollande, m'informe que ses chercheurs avaient élaboré des polymères supramoléculaires biocompatibles dans le but d'en faire des implants cardiaques pour reconstruire le cœur d'enfants atteints d'une malformation cardiaque sévère. Et ainsi, le 23 octobre 2013, j'ai reçu la photo de Dominika, petite fille de quatre ans à l'époque, première à être implantée à Moscou par le professeur Leo Bokeria. Il y a maintenant de nombreux enfants qui ont pu en bénéficier et revivent grâce à cette chimie. Preuve, entre une pléthore d'autres, que la chimie est une science qui fait du bien !

**Mehdi SOUSSI-THEROND**, étudiant en Master 2 de Chimie et science du vivant, Université PSL, Paris, et **Patricia PINEAU**, rédactrice en chef.

\* mehdi.southe@gmail.com