

La chimie décourageante

Pierre-Gilles de Gennes* *prix Nobel de physique*

La chimie est mal aimé des élèves des lycées, des classes préparatoires et des prédeutiques universitaires. Cela est, pour une part importante, dû à l'enseignement : programmes et méthodes.

Pourtant, l'incitation à la chimie comporte des moments de réel bonheur : quand on donne à un enfant de 10-12 ans sa première boîte chimique d'expériences, elle a un vif succès. Et, quant on l'initie, bien plus tard, à l'analyse minérale qualitative, avec tout ce qu'elle apprend sur le soin, l'observation, l'art d'opérer sur des quantités petits, etc., on a aussi une réaction favorable.

Toutefois, dans les années post-bac, l'image de la chimie que donne l'enseignement est souvent médiocre.

Un exemple saisissant nous est fourni par les cours qui portent sur la liaison chimique. Dans ma jeunesse, tout cela reposait sur des règles simples (l'octet, etc.) qui permettaient de systématiser beaucoup de propriétés observées au fil du tableau périodique. De nos jours, on met en avant, avec raison, la notion d'orbitales. En soi, cela serait excellent (comme en témoigne par exemple le livre si simple de Lionel Salem *La molécule merveilleuse*). Mais la connaissance des orbitales devrait se limiter à des considérations qualitatives simples : symétries s, p, d, et peut-être décomposi-

tion de ces niveaux par un champ cubique de ligands.

Très souvent, en pratique, l'enseignement est trop prétentieux. Premier exemple : dans la discussion des atomes, beaucoup d'élèves doivent apprendre des règles semi-empiriques sur la charge effective, l'écran partiel, etc. Ces règles ont peu de valeur scientifique, peu de valeur pratique et aucune valeur culturelle. Deuxième exemple : la notion même de liaison chimique est souvent noyée dans de lourds calculs. On devrait en fait la présenter simplement au niveau de l'approximation de Hückel, en élaguant au maximum : omettant la non-orthogonalité des orbitales, etc.

De façon générale, on devrait ici enseigner des principes, et non des méthodes de calcul de chimie quantique. Pour 95 % des futurs chimistes, il ne s'agira pas, tout au long de leur carrière, de calculer l'énergie exacte de liaison entre une protéine et son substrat. Si jamais on en a besoin (dans telle entreprise ou dans tel laboratoire), on fera appel à un groupe spécialisé dans le calcul. L'esprit que j'essaie de décrire ici n'est pas introuvable : il est parfaitement représenté, par exemple, dans l'enseignement que prodigue Roald Hoffman à Cornell. Mais, chez nous, la situation est moins bonne, et les excès de l'informatique ne font qu'empirer les choses.

Autre secteur maltraité : la thermodynamique. Le plus souvent, elle apparaît comme une série de règles formelles, exigeant une certaine aisance mathématique, alourdis comme dans l'exemple précédent, par des recettes de faible valeur culturelle, manquant totalement d'ouverture sur les problèmes courants (par exemple les chromatographies, l'électrophorèse sur gel, ou l'élasticité du caoutchouc).

Le concept fondamental d'entropie est encore trop souvent introduit de façon abstraite. Je suis convaincu que l'entropie serait bien enseignée à partir de deux exemples : les fluides décrits avec des molécules qui occupent les sites d'un réseau périodique, et les chaînes de polymères.

Ici encore, il existe une référence de départ, et elle est encore américaine : c'est le livre de C. Kittel *Introduction à la physique statistique*. Après un développement sur l'entropie (dans la ligne de ce qui est esquissé plus haut), il traite des échanges de volume (notion de pression), d'énergie (notion de température) et de particules (notion de potentiel chimique).

Au total, les futurs chimistes ont d'abord besoin d'une véritable culture en synthèse organique ; en second lieu, d'une culture biochimique ; et, en troisième lieu, d'une culture physico-chimique. Ce dernier point est aussi crucial que les deux précédents.

A notre époque, on synthétise une molécule en vue d'une fonction : il faut impérativement comprendre quels sont les principes d'action d'une enzyme, d'un catalyseur minéral, d'une fibre textile, d'un polymère conducteur, ou d'un système de relargage contrôlé.

Si l'on forme nos jeunes en leur faisant sentir la richesse de ces problèmes, on a largement gagné la bataille pour la chimie, en motivant des ingénieurs et des professeurs de lycées qui auront une réelle vision.

Je demande à mon lecteur de pardonner le côté passionné, et sans doute excessif, de ces remarques. J'espère, malgré tout, qu'elles contribueront un peu à stimuler un débat, et finalement à faire mieux aimer la chimie.

* Collège de France, 11, place Marcelin-Berthelot, 75005 Paris. Tél. : (1) 44.27.12.11. Fax : (1) 44.27.11.17.

Texte extrait de l'éditorial du numéro 6 (juillet-août 1994) de la revue *Analysis*, éditée par les Éditions Elsevier, que nous remercions pour leur aimable autorisation.