

Chimie et Société *

par Jacques Bénard
(Professeur à l'Université Pierre-et-Marie Curie, Président de la Commission de l'enseignement de la Fédération des Sociétés Chimiques Européennes)

Le thème qui m'a été suggéré et que j'ai eu l'imprudence d'adopter tient, comme vous le savez, en trois mots : Chimie et Société. C'est un sujet ambitieux car il s'inscrit dans celui plus vaste et aujourd'hui si controversé, dans certains pays, des rapports entre la science et la Société.

Mais avant de l'aborder et puisque nous sommes ici réunis pour parler d'enseignement, j'ai pensé qu'il était nécessaire d'établir un court bilan de ce qui a été fait jusqu'à maintenant pour adapter l'enseignement de la chimie à l'évolution de la science, de la technique et de la société. Ce bilan, pourra je l'espère nous aider à définir nos futurs objectifs, à la lumière de quelques remarques très générales.

J'ajoute que je considérerai surtout dans ce qui suit la situation que nous connaissons dans les pays qui possèdent déjà une longue tradition scientifique et industrielle, et en particulier dans les pays européens.

Quels sont les résultats des efforts réalisés pour adapter l'enseignement de la chimie à l'évolution de la science, de la technique et de la société ?

Vous savez quels efforts ont été accomplis au cours des dernières décennies pour moderniser l'enseignement de la chimie, en particulier dans les établissements du second degré. Puis-je rappeler que c'est d'abord au sein de divers organismes nationaux : sociétés savantes et commissions ministérielles en particulier, que furent initiées les premières études dans ce domaine. Les travaux de la fondation Nuffield, ceux des groupes d'étude dénommés *Chemical bound approach* et *chemistry an experimental science* en sont de bons exemples.

Parallèlement un certain nombre d'organismes internationaux se préoccupèrent de ce problème et suscitèrent des groupes de réflexion temporaires ou permanents. Parmi les étapes qui jalonnent cette longue marche je me bornerai à mentionner :

● En 1960 la réunion du colloque interna-

tional de Greystones en Irlande sous les auspices de l'OCDE.

● En 1964 la création de la commission de l'enseignement de la chimie de l'IUPAC.

● En 1973 le colloque de Wroclaw en Pologne sous les auspices de l'UNESCO et de l'IUPAC.

● En 1973 la création de la commission de l'enseignement au sein de la FECS.

Il m'est particulièrement agréable de rappeler ici le rôle important joué par l'UNESCO qui n'a cessé d'encourager ces travaux et à qui nous sommes, pour une large part, redevables de la tenue de ce symposium.

Quel est donc le bilan de tous ces efforts ?

En ce qui concerne l'enseignement secondaire, il est indéniable que le travail accompli a permis de réaliser des progrès considérables dans la présentation des concepts et des faits de la chimie. Le temps est révolu où il nous fallait batailler pour faire admettre par exemple l'usage des modèles moléculaires dans les lycées et les gymnases; ou pour oser révéler aux élèves que le sel marin était constitué d'ions doués d'une charge électrique et non pas d'atomes neutres unis par des forces inconnues. De plus l'évocation des applications innombrables de ces connaissances est maintenant mentionnée dans la plupart des manuels, de sorte que le rôle joué par la chimie dans tous les aspects de la vie moderne est clairement expliqué à la jeunesse.

Tous ces travaux ont donc conduit à des résultats très positifs que l'on se doit d'enregistrer et dont il faut se réjouir. Bien des physiciens de renom m'ont même assuré que l'effort de rénovation accompli en chimie dans l'enseignement secondaire était à leurs yeux très supérieur à celui qui avait été accompli en physique dans le même temps.

Pouvons nous cependant considérer que ces efforts aient porté tous les fruits que nous en attendions ?

Pouvons nous dire en particulier que la situation faite actuellement à la chimie dans les cycles d'enseignement corresponde à la place que celle-ci occupe parmi l'ensemble des sciences et des techniques ?

Pouvons nous enfin nous déclarer satisfaits de l'image que se fait l'homme de la rue de la chimie et du rôle qu'elle joue dans la société ?

La réponse à toutes ces questions est en général négative, ou pour le moins réservée.

Quelles sont les causes de cet échec ? Ne portons-nous pas nous-mêmes une part de responsabilité dans cette situation ? C'est ce qu'il nous faut maintenant examiner.

* Conférence présentée en août 1977, à Ljubliana, au Symposium international sur l'enseignement chimique, organisé sous les auspices de l'UNESCO, de la Fédération des Sociétés Chimiques Européennes et de l'Union des Sociétés de chimie yougoslaves.

Pourquoi les efforts d'adaptation de l'enseignement de la chimie ont-ils eu si peu d'influence sur l'estime dont elle jouit à l'école et dans la société ?

1. Tout d'abord il y a des raisons d'ordre général qui tiennent à la rigidité des structures pédagogiques elle-mêmes.

Dans de nombreux pays d'Europe, l'uniformité des programmes et la structure monolithique des établissements rendent difficile l'introduction expérimentale d'innovations pédagogiques. Les élèves des classes pilotes risquent en effet d'être sacrifiés à la fin du cycle d'études secondaires, qui est généralement sanctionné par des examens nationaux.

En outre, il est des cas où les autorités responsables de l'éducation à l'échelon national, conseillées par un corps d'inspection attaché à l'excès aux formes traditionnelles d'enseignement, manifestent peu d'intérêt pour l'éducation des maîtres au cours de leur carrière. Le développement d'une éducation permanente ouverte sur la vie est cependant une condition impérative pour assurer l'évolution spontanée du contenu et des méthodes de l'enseignement.

A la rigidité des structures et des méthodes pédagogiques vient s'ajouter le compartimentage excessif des disciplines, qui rend difficile toute osmose entre elles. Ceci conduit à un morcellement des connaissances qui rend les esprits peu aptes à s'adapter ensuite au caractère multidisciplinaire de tous les problèmes de la vie réelle. Ce défaut se manifeste non seulement aux frontières de la chimie, au contact de la physique et de la biologie, mais à l'intérieur même de la chimie, en particulier dans l'enseignement supérieur.

Il faut reconnaître cependant que ces difficultés, qui ralentissent et parfois s'opposent à la diffusion des progrès pédagogiques au niveau des élèves, sont propres à toutes les disciplines et pas seulement à la nôtre. D'autres facteurs entrent donc en jeu dans le cas de la chimie.

2. La seconde catégorie de raisons qui font de la chimie une discipline souvent mal enseignée à l'école et presque toujours décriée dans la cité, relève à mon avis des chimistes eux-mêmes, c'est-à-dire de nous-mêmes.

On doit constater en premier lieu que le travail considérable qui a été accompli depuis une vingtaine d'années sur le plan pédagogique est resté presque toujours confiné à un cercle d'initiés. Ces initiés sont évidemment persuadés de l'intérêt de la science qu'ils enseignent et des bienfaits qu'elle est censée dispenser à la collectivité grâce à ses applications. Mais il s'agit trop souvent d'un travail en circuit fermé qui n'a pas d'influence réelle sur l'opinion publique et sur les organes de décision de la nation. Pour employer, une image, nous pourrions dire que le moteur tourne au régime

optimum mais que la courroie de transmission qui doit entraîner la machine est déficiente.

Le problème essentiel qui me semble donc se poser à nous aujourd'hui est tout d'abord de trouver des arguments qui permettent aux non-chimistes de se faire une idée plus juste de ce qu'est cette discipline. Il est ensuite d'utiliser les moyens appropriés pour faire passer le message à l'extérieur.

Peut-être notre insuccès dans cette tâche résulte-t-il du fait que nous n'avons pas pris conscience assez tôt de deux choses :

- la première, c'est que la chimie a vu se développer d'une manière étonnante depuis quelques années ses pouvoirs sur le mode de vie des hommes.
- la seconde, c'est que les aspirations de la collectivité et les moyens qui permettent de communiquer avec elle sont très différents de ce qu'ils étaient naguère.

Ces deux constatations nous font pénétrer, comme vous le voyez au centre du thème des rapports de la chimie et de la société.

Pourquoi la chimie joue-t-elle maintenant un rôle si important dans le mode de vie et dans la destinée des hommes ?

Une telle question peut apparaître à beaucoup comme superflue. Cependant je ne suis pas certain que nous ayons complètement conscience de l'étendue de ces pouvoirs.

Il n'y a pas si longtemps que le champ d'application de la chimie se limitait dans l'esprit de la plupart des gens, à l'usage des produits traditionnels de l'industrie chimique et des industries apparentées : engrais, insecticides, colorants, médicaments pour ne citer que les plus connus. Peu à peu cependant cette industrie fut amenée à mettre à la disposition des consommateurs un nombre sans cesse croissant de produits de synthèse possédant les propriétés les plus variées et qui se sont substitués peu à peu aux produits d'origine naturelle. Tout ceci est bien connu en principe et cependant il est probable que l'homme de la rue serait fort étonné s'il était brusquement privé de toutes les facilités que l'art du chimiste apporte plus ou moins directement à son genre de vie. L'organisation d'une semaine vécue intégralement sans chimie serait sans doute la meilleure réponse que l'on puisse donner à ceux qui se font les protagonistes d'un retour au prétendu âge d'or des sociétés primitives.

Mais au delà de cette évidence, les gens même les mieux informés ne se rendent pas toujours compte que le rôle le plus important que la chimie est appelée à jouer dans l'avenir, se situe ailleurs. En effet la chimie constitue de nos jours la clé de la plupart des grands problèmes dont dépend l'avenir de l'humanité : l'énergie, les matières premières, la pollution, la santé, la démographie.

L'énergie ! chacun sait que lorsque les

combustibles fossiles seront épuisés, et cette échéance n'est pas si lointaine en particulier dans le cas des hydrocarbures liquides, l'homme devra recourir à d'autres ressources. Cette échéance sera d'autant plus proche que seront plus nombreux ceux qui auront pu accéder d'ici là au niveau de vie qui est aujourd'hui l'apanage d'une minorité. Rien ne permet de penser qu'on puisse échapper alors à la solution du recours à l'énergie nucléaire. Mais sait-on que la plupart des difficultés auxquelles on se heurte pour la mise en œuvre en toute sécurité des centrales nucléaires relèvent avant tout de la science des matériaux où la chimie joue un rôle essentiel.

La transformation des combustibles solides en hydrocarbures gazeux et liquides, dont on s'est désintéressé depuis l'avènement de ce qu'on pourrait appeler l'ère du pétrole, reviendra certainement à l'ordre du jour entre temps car les ressources mondiales en charbon sont considérables. Mais il ne s'agira que d'un répit, et c'est bien sûr au chimiste qu'il incombera de développer cette voie afin de la rendre opérationnelle.

Le stockage, le transport et la transformation de l'énergie électrique ne sont pas moins importants que sa production. Là encore le chimiste est devenu l'homme indispensable, car lui seul sait préparer les matériaux sophistiqués dont le physicien a besoin pour réaliser ces opérations : photopiles au silicium pour l'énergie solaire, accumulateurs électrochimiques plus légers que l'accumulateur au plomb, alliages pour le stockage de l'hydrogène, alliages supraconducteurs.

Voilà quelques exemples d'actualité, choisis parmi beaucoup d'autres, du rôle que le chimiste est appelé à jouer dans la résolution du problème de l'énergie.

Et maintenant jetons un regard sur le problème des matières premières qui n'est d'ailleurs qu'une généralisation du précédent.

C'est devenu depuis peu un lieu commun de jeter un cri d'alarme à propos du caractère limité des ressources de la planète en matières premières. L'homme prend enfin conscience du fait que celle-ci est un système physico-chimique et qu'il ne peut transformer et disperser sans danger pour son avenir, les ressources minérales que la nature a concentrées au cours des âges géologiques dans certaines zones privilégiées. D'où la nécessité de récupérer certains éléments après usage pour les recycler. Opération souvent difficile, toujours coûteuse, qui se pose dès aujourd'hui aux métallurgistes pour quelques métaux rares et qui a bien des chances de devoir être généralisée à des éléments plus courants. Là encore rien ne peut être fait sans le chimiste qui est le seul à pouvoir mettre au point des procédés convenables de récupération.

Lorsqu'on évoque le terme de pollution, le chimiste est immédiatement considéré

comme le principal responsable des atteintes que font parfois subir à l'environnement certaines activités industrielles. Or il s'agit en général de problèmes ponctuels, qui sont avant tout justiciables d'une législation appropriée, et dont la solution dépend surtout de la stricte application de celle-ci. Infiniment plus difficile à maîtriser est la pollution qui résulte de l'accumulation des populations dans des espaces restreints. On sait aujourd'hui que la dégradation de l'état sanitaire et celle de ce qu'on appelle aujourd'hui la qualité de la vie, ne peuvent être combattues que par une étroite collaboration entre les chimistes, les biologistes et les ingénieurs du génie civil. La pollution microbienne, dont on a trop tendance à oublier qu'elle faisait peser sur les générations précédentes une menace permanente et universelle, est aujourd'hui pratiquement éliminée dans un nombre croissant de pays.

Sur un plan plus général la contribution positive de la chimie à la lutte contre la maladie ne peut être niée que par des esprits aveuglés par la passion; les inconvénients résultant dans certains de nos pays d'un abus de la médication ne peuvent être raisonnablement opposés au salut que des centaines de millions d'êtres humains ont obtenu ou attendent encore de quelques médicaments éprouvés.

Quant aux conséquences de cette évolution, parfois tragiques sur le plan démographique, c'est encore au biologiste agissant en liaison étroite avec le chimiste qu'il appartiendra de les pallier par la mise au point de substances contraceptives appropriées. Je sais que dans ce domaine les facteurs scientifiques interfèrent d'une manière étroite avec les données sociologiques, psychologiques et religieuses. Nous sommes donc engagés ici dans l'un des domaines où les interactions entre la science et la société sont probablement les plus fortes.

Comment rendre à la chimie dans l'opinion publique une place conforme au rôle qu'elle est appelée à jouer dans la société ?

Il résulte de tout ce qui précède et de bien d'autres choses que je ne puis évoquer ici que la chimie est devenue une des composantes de la destinée de l'homme. Cela signifie que son rôle ne se limite pas comme certains le pensent à l'amélioration des détails de sa vie journalière. Elle agit d'une manière décisive sur son avenir, aussi bien en tant qu'individu qu'en temps que membre d'un corps social. C'est là une situation nouvelle qui est généralement mal comprise par l'homme de la rue et qui est présentée d'une manière presque

toujours tendancieuse par les moyens d'information : journaux, radio, télévision.

Que pouvons-nous faire pour redresser cette situation d'une part en tant qu'éducateurs. En tant que citoyens supposés détenteurs du savoir, il faut tout d'abord nous rendre compte que l'homme moderne ne se contente plus d'affirmations, qui ne sont pas accompagnées d'explications. L'époque du *magister dixit* est révolue, ce qui place les responsables, à quelque échelon qu'ils se situent devant la nécessité et je dirai même le devoir d'essayer de convaincre avant d'imposer. Je sais combien cela est difficile, en particulier dans les domaines où l'analyse objective des risques exige des connaissances et une expérience qui ne sont l'apanage que de quelques rares personnes. Il suffit pour s'en persuader de suivre les polémiques relatives aux seuils de toxicité tolérables par l'organisme, surtout lorsqu'on fait intervenir le risque génétique.

Faut-il donc attendre le moment problématique ou l'on connaîtra avec certitude l'influence des vols stratosphériques sur les cancers de la peau pour développer ces vols ? Faut-il cesser d'utiliser le fluorure de carbone dans les vaporisateurs et les réfrigérateurs, le DDT contre les moustiques, les engrais chimiques, le polychlorure de vinyle, l'amiante ? Faut-il cesser de brûler du charbon de crainte que l'accroissement de la teneur en gaz carbonique de l'atmosphère ne fasse fondre les glaces de la calotte polaire ?

D'une manière paradoxale, l'homme moderne qui s'est libéré de bien des terreurs ancestrales, telles que celle de voir le ciel lui tomber sur la tête, se forge chaque jour des terreurs nouvelles. Comme celles de jadis, les terreurs actuelles sont nées de l'ignorance ou du moins d'une connaissance insuffisante des données objectives. C'est donc à nous qu'il appartient d'aider notre entourage à prendre une mesure exacte des bienfaits et des dangers de la science en général et de la chimie en particulier.

Il y a là un devoir, mais c'est un devoir qui n'est pas toujours facile à remplir pour deux raisons.

La première raison est due à l'écart qui s'est créé entre les raisonnements scientifiques devenus de plus en plus abstraits, et les problèmes de la vie journalière. Beaucoup de savants ont perdu, s'ils l'ont jamais eue, la faculté de traduire en termes concrets, accessibles aux non initiés, les résultats de leurs travaux. Heureusement la chimie est une science dans laquelle cette difficulté est assez facilement surmontable. Mais encore faut-il que les chimistes aient

la volonté de s'expliquer sur leur activité et de réfléchir aux conséquences de cette activité sur le plan individuel et sur le plan social. Cela signifie qu'ils doivent s'efforcer d'acquiescer de celle-ci une vue plus humaniste.

La seconde raison est que pour établir une communication avec le milieu social d'une manière efficace, il faut recourir aux moyens de diffusion modernes, qui sont susceptibles d'atteindre le grand public. C'est là une tâche à laquelle nous avons été pour la plupart mal préparés, et c'est probablement la cause principale de la dégradation de l'image de la chimie dans le grand public.

Je sais que c'est une tâche difficile parfois même déplaisante qui exige des qualités bien différentes de celles que l'on rencontre chez l'homme de science. Mais nos jeunes collègues plus habitués que nous l'avons été dans ma génération à l'usage des moyens audio-visuels se doivent de descendre dans l'arène, ne serait-ce que pour contribuer à dépassionner certains débats qui devraient rester limités au plan scientifique.

Après avoir vu ce que nous pouvons faire en tant que citoyens, il nous reste à voir, et ce sera ma conclusion, ce que nous pouvons faire en tant qu'éducateurs. Sur ce point je serai très bref car je ne veux pas anticiper sur les travaux du symposium, qui examinera dans les jours qui viennent tous les aspects de cette question. Permettez-moi seulement d'insister sur trois exigences qui résultent de ce qui précède et me paraissent essentielles.

La première est que le professeur envisage son enseignement en n'oubliant pas que la chimie, jadis science ésotérique, est devenue une science universelle dont les frontières, en particulier avec la physique et avec la biologie sont de plus en plus mal définies.

La seconde exigence est que le professeur insiste sans cesse sur les applications de la chimie et sur le rôle que joue celle-ci dans l'évolution du mode de vie des individus, avec pour conséquence l'évolution de la société.

La troisième exigence est que le professeur de chimie soit passionné de son métier. Ceci vaut, bien entendu pour toutes les disciplines, et il est bon de rappeler cette vérité avec force au début d'un symposium sur l'éducation. Car quelle que soit la perfection des méthodes pédagogiques, quel que soit le contenu des programmes, l'éducation restera inefficace si elle n'est pas dispensée par des maîtres qui ont la foi dans ce qu'ils enseignent.