

# Allocution prononcée à la cérémonie du 20<sup>e</sup> anniversaire de l'ESCOM le 3 juin 1977 \*

par Dominique Magnant

*(Délégué aux Affaires techniques scientifiques et universitaires à l'Union des Industries Chimiques)*

La direction de l'ESCOM me témoigne une confiance redoutable, en me demandant de parler (et devant une aussi éminente assemblée), de l'avenir de la formation des ingénieurs chimistes. Je ne possède malheureusement pas un si grand don de divination.

Mon seul et modeste mérite, en cette affaire, étant d'être un ingénieur chimiste qui a derrière lui quarante ans de chimie, je pourrai tout au moins vous faire part de quelques réflexions de celui qui sort de la carrière à l'égard des jeunes camarades qui y entrent, et des plus jeunes encore qui y entreront ou qui pourraient y entrer. Et puis, à l'Union des Industries Chimiques, il y a un petit groupe d'hommes, dont je fais partie, qui essaient de réfléchir ensemble aux conditions qui devraient être offertes aux jeunes qui entreront dans la chimie, pour réussir leur orientation, et ensuite être heureux dans leur carrière. Car la carrière, c'est la partie essentielle de la vie d'un homme, celle où il place toute son action et donne toute son espérance. Si on l'a mal choisie, ou si l'on y a été mal préparé, c'est toute une vie d'homme qui s'oriente vers l'échec et l'amertume.

Quelles sont donc ces conditions, qui nous paraissent nécessaires pour que cette carrière commence sous les meilleurs auspices ?

Peut-être convient-il de cadrer d'abord numériquement le problème.

L'industrie chimique, si elle a une importance économique incontestable, et un pouvoir polluant et intoxicant considérable si l'on en croit les titres des journaux, est cependant une assez petite branche d'industrie quant aux effectifs du personnel qu'elle emploie : de 300 000 à 400 000 personnes suivant les définitions statistiques.

C'est une industrie de niveau intellectuel élevé, où la recherche et le renouvellement rapide des techniques jouent un rôle majeur. 9 % de ses effectifs sont des cadres. De ces cadres, un quart sont des ingénieurs chimistes diplômés, un quart des ingénieurs diplômés d'autres spécialités, et le reste sont des scientifiques universitaires, des ingénieurs non diplômés, des médecins, informaticiens, commerçants, juristes, administratifs.

L'industrie chimique, selon sa délimitation officielle avec 300 000 personnes, occupe ainsi 27 000 cadres dont 7 000 ingénieurs chimistes diplômés. Parmi ceux-ci, un tiers sont occupés à des activités de recherche, un tiers à la production, un tiers aux autres fonctions de l'entreprise. Le flux annuel

d'ingénieurs chimistes entrant dans cette industrie est de l'ordre de 250.

Si on y ajoute les industries du caoutchouc, on arrive à une population de 400 000 personnes, dont 9 000 ingénieurs chimistes diplômés et un flux annuel de débutants de 350.

Ce flux n'évolue malheureusement pas vers l'augmentation, comme on pourrait le penser à premier examen. S'il est vrai que la chimie a connu, depuis la fin de la dernière guerre jusqu'en 1974, un essor prodigieux, cet essor n'a pas entraîné une croissance proportionnelle des effectifs, pas plus des cadres que des autres. En effet l'augmentation quantitative de la production a beaucoup procédé par l'augmentation des capacités unitaires (et il ne faut pas plus d'ingénieurs pour faire fonctionner un tube d'ammoniac de 1000 t/j que pour un de 50 t/j) peut-être moins, car l'évolution des procédés, le développement de la conduite automatique et de l'informatique ont allégé la tâche technique de l'ingénieur tandis que le développement de la mécanisation, réduisant le personnel ouvrier, allégeait en même temps sa tâche de conducteur d'hommes. L'essor du génie chimique a modifié aussi le rôle de l'ingénieur de fabrication : la conduite d'un procédé qui, au temps lointain de ma jeunesse, était vraiment affaire de chimiste, touillant, dosant, innovant dans des cuves en bois, est maintenant zutant affaire de mécanicien et d'électronicien, surveillant et interprétant des données pour tirer de l'installation qui lui est confiée le fonctionnement optimum. Ainsi d'autres spécialités sont-elles entrées dans l'usine en concurrence avec le chimiste.

Dans la recherche, où le chimiste n'est heureusement pas remplaçable, un grand essor s'est produit dans les années 1950 à 1960. Puis des difficultés sont survenues, par l'écrasement des prix des produits chimiques, résultant d'une surcapacité et d'une concurrence mondiale acharnée, et les budgets de recherche en ont souffert.

Une autre limitation à la croissance du nombre des ingénieurs vient aussi du grand développement des études techniques et universitaires. Jusqu'à la guerre, l'ingénieur était dans une entreprise, le seul homme issu de l'enseignement supérieur. Agents de maîtrise et techniciens étaient des hommes sortis du rang, parfois très méritants et capables, mais d'un niveau scientifique modeste. La création des I.U.T. a conduit à une nouvelle catégorie de techniciens, détenteurs eux aussi de la culture scientifique, qui n'est plus le monopole de l'ingénieur. Bien des fonctions, que seul l'ingénieur pouvait assumer, sont passées maintenant à de tels cadres, et si ce transfert a élevé le niveau des fonctions des ingénieurs, il a aussi contribué à en limiter le nombre.

Telles sont, à notre avis, les raisons pour

lesquelles le nombre d'ingénieurs chimistes n'est pas en croissance dans l'industrie. Des erreurs ont été commises à ce sujet, à l'occasion du V<sup>e</sup> Plan par exemple, qui postulait une croissance de 5 % par an, et de la part d'autorités universitaires qui ont, dans un souci bien excusable de démocratisation de la culture, cédé à une certaine griserie du nombre et multiplié un peu imprudemment nouvelles écoles, nouveaux diplômes, nouvelles filières, dont la sanction est le chômage, et les victimes les jeunes que l'on a espéré aider. Il nous paraîtrait préférable qu'un plus grand nombre de jeunes s'arrêtent aux niveaux de formation des ouvriers qualifiés et des techniciens, où existent des places et de bonnes chances de carrières, et que n'aillent vers l'enseignement supérieur que ceux qui ont le souffle nécessaire pour parvenir jusqu'au bout avec succès.

Face aux 350 postes que l'industrie chimique offre aux jeunes ingénieurs chimistes, les 24 écoles qui délivrent des diplômes d'ingénieur chimiste, ou de génie chimique, ou d'ingénieur avec option chimie, distribuent chaque année 800 de ces diplômes. Ce nombre était de 500 en 1950, il a culminé à 860 en 1973 et est en régression aujourd'hui. Où vont les autres ? Dans d'autres industries, dans la recherche non industrielle, dans l'enseignement, dans des activités diverses.

Mais si l'on considère que la capacité totale d'accueil de ces écoles est de 1 200, pour 800 diplômes, c'est-à-dire une utilisation moyenne des deux tiers, et que chaque école délivre en moyenne moins de 40 diplômes, on aperçoit combien il est nécessaire, non seulement de ne pas créer de nouveaux diplômes, mais aussi d'aller vers une certaine concentration pour améliorer les moyens et la qualité de l'enseignement et d'aider les écoles les moins favorisées à s'orienter vers de nouvelles voies.

Si la chance de succès de carrière d'un étudiant réside pour une part dans la qualité de l'enseignement qu'il reçoit, elle réside aussi, et peut-être plus encore, en lui-même. A-t-il, en abordant cette école, les aptitudes intellectuelles et le bagage scientifique convenables pour en profiter ? Sait-il pourquoi il va vers ce métier, qui engage toute sa vie, y va-t-il volontairement et consciemment, ou mû par d'aveugles mécanismes de sélection ? A-t-il, surtout, envie de faire ce métier ?

Sur ces questions nous avons, à l'U.I.C., longuement réfléchi et notre conviction est claire : le niveau des connaissances scientifiques à l'entrée à l'école est peu important. On les acquerra si l'on en est capable. En être capable est beaucoup plus important et c'est sur cette aptitude intellectuelle plus que sur les connaissances, que doivent porter les sélections.

Mais la condition fondamentale du succès,

\*En présence de Mme Saunier-Seïté, Secrétaire d'Etat aux Universités.

c'est la motivation : avoir choisi d'aller vers ce métier, savoir pourquoi on l'a choisi, vouloir en faire l'effort.

Sur cette exigence, hélas ! tout notre système éducatif est en défaut. Au niveau de l'initiation d'abord, dans l'enseignement du second degré. Qu'est-ce que la chimie au lycée ? Victime depuis toujours de la classification hiérarchique des sciences d'Auguste Comte, pauvre en horaires, pauvre en moyens expérimentaux, l'enseignement de la chimie est dispensé par des professeurs éminents certes mais qui, au fond d'eux-mêmes, dans leur formation d'agrégés, sont des mathématiciens orientés vers la science abstraite et le raisonnement. Jamais la chimie n'est, pour les enfants, chose visuelle et manuelle, chose de la vie de tous les jours. Par quel miracle le calcul des orbitales moléculaires pourrait-il déclencher chez un élève la révélation de ce qu'est la chimie dans sa réalité, la vocation à devenir soi-même un chimiste ? La chimie vivante, ce qu'un élève en connaît, c'est ce qu'il lit dans le journal et c'en sont toujours les aspects négatifs, exagérément grossis et dramatisés : pollution, toxicité... Au fait, pourquoi la presse, qui a une grande mission d'éducation et un grand devoir de sincérité, ne révélerait-elle pas à un public étonné et à une jeunesse curieuse, que la chimie nourrit chaque jours des milliards d'hommes dans le monde, qui sans elle mourraient de faim, qu'elle est à la base de leur vêtement, de leur logement, de leur automobile, de leur confort, de leur santé, de leur culture même, et de leur existence ?

Si la presse ne le fait pas, il appartient au moins au professeur de le faire. Si le cours de chimie commençait par des visites d'usines ou de laboratoires, où l'on expliquerait ce qui se passe, l'impact pédagogique serait certainement au moins aussi bon que celui des orbitales moléculaires et plus propice à éveiller les vocations.

Puis viennent les classes préparatoires. A ce point de mon discours, Messieurs les Escomiens, fermez vos oreilles, car vous avez la chance que les supplices de la taupe et du concours ENSI vous soient épargnés. Mais c'est aux autres que je pense.

Le gros du recrutement de nos écoles est donc fourni par les classes préparatoires et le concours ENSI. Or ceux-ci, quoiqu'on ait tenté de faire avec l'institution des sections P, restent essentiellement des classes de mathématiques, et une sélection fondée sur l'aptitude aux mathématiques et sur leur connaissance. La physique et la chimie y sont enseignées comme des sous-branches des mathématiques et non comme des sciences de la vie et du concret. Si l'on ajoute que la hiérarchie du prestige met en tête des choix des candidats les grandes écoles à base mathématique que je n'ai pas besoin de nommer, et en queue les écoles de chimie, et que pour améliorer leurs chances les candidats se présentent à plusieurs concours, le résultat implacable de cette mécanique de sélection est d'envoyer dans les écoles de chimie, non les meilleurs en chimie, mais les moins bons en mathématiques. Il est ensuite que les

élèves admis, qui avaient rêvés à tout sauf à devenir chimistes, ont à l'égard de leur école le sentiment du prisonnier pour sa prison. Mauvais début pour profiter d'un enseignement et entreprendre une carrière.

Comment sortir de cette aberration ? Des lueurs existent pourtant. Votre école a un système de recrutement qui commence au baccalauréat par un libre choix, et qui après deux ans d'une préparation orientée, permet à l'élève de juger en meilleure connaissance de cause si cette voie est vraiment la sienne. L'École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la ville de Paris avait autrefois un mode de recrutement semblable avec des classes préparatoires incorporées. Elle l'a perdu et *il ne semble pas que ce soit un progrès*. Mais dans les écoles qui recrutent principalement sur le concours ENSI, il existe aussi des recrutements parallèles à partir du DEUG et du D.U.T., et en deuxième année à partir de la maîtrise. Or les élèves issus de ces voies, quoique leur bourrage mathématique soit inférieur à celui des taupins, se retrouvent souvent dans les premiers au classement de sortie, et généralement mieux motivés, plus à l'aise devant leurs études.

Certes la taupe et le concours sont une des plus brillantes et des plus exclusives inventions du génie français. Comment alors expliquer que l'Allemagne, l'Angleterre, la Suisse, les États-Unis, qui ne bénéficient pas de cette invention, et qui recrutent tout simplement les chimistes par un libre choix au niveau du baccalauréat, réussissent cependant à faire tourner des industries chimiques, à collecter des prix Nobel, et même à posséder des écoles de chimie d'un plus grand rayonnement scientifique que les nôtres ?

Il est dans la vie d'un jeune un instant essentiel, quoique rarement perçu : c'est celui du choix de l'orientation. Tout le système éducatif devrait tendre à préparer cet instant, à apporter au jeune l'information et les possibilités de prise de conscience de vocation qui rendront ce choix libre et exempt d'erreurs. Notre système éducatif ne sait, ni préparer, ni capter cet instant. Il remplace le choix des orientations par une hiérarchie des orientations, fondée sur l'aptitude mathématique et sur les hasards du concours. Le jour où ce système sera changé, le recrutement des élèves de nos écoles le sera aussi, et leur comportement ne sera plus marqué par la contrainte et le regret.

Franchie la porte de l'école, nos critiques sont moins sévères. Nous pensons que l'ensemble du système de la formation professionnelle, écoles d'ingénieurs, I.U.T., lycées et collèges techniques, s'il est toujours perfectible, répond dans l'ensemble à sa mission par la densité et la qualité de son enseignement. Certes il y a eu, et il y aura encore, les erreurs quantitatives, les tentations inflationnistes, la tentation de créer des diplômes au rabais, dont les victimes sont toujours les jeunes. Il y a aussi le risque d'abaisser le niveau de

l'enseignement, pour des impératifs budgétaires, comme cela s'est produit l'an dernier dans les I.U.T., et là encore ce sont les jeunes qui seraient victimes. Mais ces crises sont résolubles.

Qu'est-ce que l'industrie chimique attend des écoles d'ingénieurs ? Elle en attend de jeunes ingénieurs d'un haut niveau scientifique, d'une grande maturité de jugement, d'une grande qualité morale, aptes à affronter prochainement des responsabilités importantes.

Elle n'en attend, ni des encyclopédies de la science, ni des spécialistes. Ce qui est important chez un cadre, ce qui le distingue des autres techniciens, ce n'est pas de connaître d'avance la solution du problème qu'il rencontrera, c'est d'avoir la capacité d'analyse et d'initiative qui lui permettra de résoudre le problème inconnu. Quoiqu'on fasse, il restera toujours plus de problèmes inconnus que de connus. Ce qui est important, c'est d'être capable de dominer les problèmes inconnus. Le complément de science nécessaire à chaque problème pourra s'acquérir le moment venu.

C'est pourquoi nous pensons que les spécialités, de technique ou de gestion, n'entrent pas dans la formation initiale de l'ingénieur. Elles ressortissent à la formation continue, dont le développement et la diversification depuis quelques années permettent et permettront toujours plus d'acquérir à tout moment les connaissances particulières dont on aura besoin.

Et puis un ingénieur doit être un homme libre. Il doit être libre de quitter son entreprise et sa branche, et c'est parce qu'il se saura libre de le faire qu'il y restera de bon cœur. Nous ne voulons pas d'ingénieurs enchaînés. Une spécialité trop poussée enchaîne l'homme à une branche étroite, ou à une entreprise.

Ce que nous attendons donc des écoles, ce sont des ingénieurs d'un haut niveau scientifique et d'une haute qualité humaine. Pour cela il faut que les écoles soient des foyers de recherche, de rayonnement scientifique, capables de passionner les élèves en les faisant participer à l'aventure de la science, et capables aussi, en attirant des candidats nombreux, de choisir les meilleurs.

Ceci suppose de grands moyens de recherche, un corps enseignant nombreux et éminent, des élèves nombreux dans chaque école, c'est-à-dire, peut-être, une certaine concentration de nos écoles. Et aussi une plus grande liaison entre ces écoles et l'industrie, des échanges d'hommes, des stages plus nombreux pour les élèves et pour les professeurs.

Enfin je voudrais rappeler que l'ingénieur vit sur un marché, si l'on appelle marché tout terrain d'échanges : marché des produits, marché des équipements, marché de la science, des techniques et des idées. Or ces marchés ne sont plus aujourd'hui limités aux frontières nationales, devenues bien étroites pour l'ampleur des phénomènes de l'économie et de la pensée. Ils sont au moins européens, plus souvent mondiaux. Le jeune ingénieur doit être

prêt à affronter et dominer ces marchés. Il faut pour cela que sa connaissance des langues, sa familiarité des littératures techniques et des styles d'expression étrangers, son expérience de voyages et de stages, le rendent capable, partout dans le monde et face à tous concurrents, de "vendre sa

science". A cette exigence encore l'enseignement de nos écoles doit apporter une réponse.

Ce sont beaucoup d'exigences, et la perfection est loin de nous. Tous ici savent, Mesdames et Messieurs, combien votre

école, sous l'impulsion de ce grand savant qu'est le Père Mastagli, s'est avancée et s'avance chaque jour sur ce chemin montant, sablonneux, malaisé. Aussi méritait-elle pour ce vingtième anniversaire, que beaucoup de confiance lui soit accordée, et beaucoup d'espérance placée en elle.

## Le Guide pédagogique de l'Organisation Mondiale de la Santé et les enseignements de chimie dans la formation médicale en France

par Pierre Belin  
(Professeur à l'Université de Tours ;  
Responsable des enseignements  
de chimie PCEM et CPEBH  
à l'U.E.R. de Médecine)



Dans l'exposé servant d'introduction à la "Journée d'étude sur l'enseignement de la chimie dans la formation médicale" qui s'est tenue à Tours le 30 septembre 1976, j'ai présenté aux participants le "Guide pédagogique de l'Organisation Mondiale de la Santé" (O.M.S.) dont la 2e édition venait de paraître. En fait, ce n'est qu'une analyse succincte de l'ouvrage, limitée aux points essentiels pouvant intéresser l'auditoire auquel il s'adressait qui a été donnée ce jour-là. Étant donné l'importance du document, je tiens à remercier *L'actualité chimique* de bien vouloir m'ouvrir ses colonnes, non plus dans l'unique but d'en résumer le contenu, mais d'en faire également une étude critique.

### 1. Qu'est-ce-que le Guide pédagogique de l'O.M.S. \* ?

C'est une œuvre collective, élaborée sous la direction du Docteur J.J. Guilbert. La deuxième édition de 1976 a été rédigée d'après les critiques faites à la première, parue en 1966 et qui avait servi de base à des réunions organisées par l'O.M.S. : ateliers de planification, séminaires de méthodologie de l'enseignement, etc. Les

\* Pour se procurer ce document, écrire au Docteur J.J. Guilbert, Médecin-Chef.

auteurs souhaitent une diffusion aussi large que possible du Guide, aussi bien auprès des enseignants que des étudiants, car leur intention est d'aider à la réalisation des changements indispensables des formes d'enseignement, qui doivent cesser d'être une répétition d'elles-mêmes, c'est-à-dire, copier les modèles traditionnels du passé. De plus, tout système de formation du personnel médico-sanitaire, à tous les échelons doit être réexaminé en fonction des besoins de chaque pays.

Seules sont abordées dans le guide les possibilités d'évolution des méthodes d'enseignement et de contrôle des connaissances, d'où sa division en quatre chapitres traitant successivement :

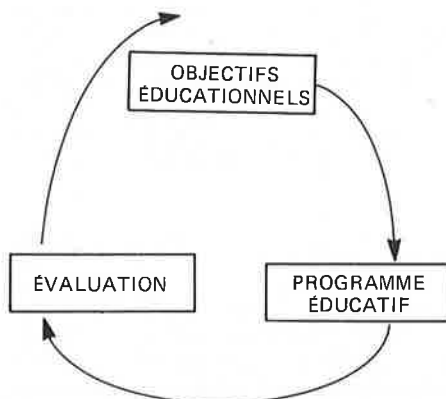
- des objectifs éducationnels (chapitre I) ;
- de la planification d'un programme d'enseignement apprentissage (chapitre II) ;
- de l'évaluation (chapitre III) ;
- de la docimologie.

avec, en appendice, un index-glossaire suivi de références bibliographiques.

### 2. Pour une pédagogie par objectifs éducationnels

La présentation de l'ouvrage a été conçue de telle façon que le lecteur se trouve rapidement familiarisé avec le jargon pédagogique ; et puis, si besoin est, il y a toujours possibilité de consulter le glossaire.

On envisage un système d'éducation se développant selon une "spirale" ainsi schématisée



Avant d'élaborer tout programme, il faut d'abord déterminer les *objectifs éducationnels*, qui précisent ce que les étudiants seront capables "de faire à la fin d'une

période d'enseignement-apprentissage et qu'ils n'étaient pas capables de faire avant".

L'objectif éducationnel définit le résultat à atteindre. Sur le plan pratique, cela doit se traduire chez l'étudiant par l'acquisition d'un ensemble de *comportements* qui permettent de conclure qu'il possède désormais "des connaissances, l'habileté technique et les attitudes voulues". Que faut-il entendre exactement par *comportement* ? Dans le glossaire-index, page 503, ce mot désigne l'ensemble des actions (ou réactions) d'un individu, accessible à l'*observation extérieure*. Ce que l'étudiant est "capable de faire" à un moment donné de sa formation doit donc être *objectivement contrôlable*.

Il existe 3 types d'objectifs : les objectifs institutionnels, les objectifs intermédiaires, les objectifs spécifiques : ces derniers sont les plus importants car ils correspondent à une "*activité d'apprentissage*".

Qu'est-ce-que l'apprentissage ? C'est un processus entraînant un changement relativement permanent dans la façon de penser, sentir, agir, de l'étudiant ; (...) il est le résultat de la pratique, de répétitions ; (...) le processus de changement n'est pas directement observable \*. Pour l'étudiant, l'apprentissage doit présenter un caractère personnel, où l'expérience joue un rôle majeur et dont la réussite dépend de conditions bien précises. Le but de l'*enseignement* apparaît alors comme "une façon d'indiquer à quelqu'un la manière d'agir, de penser ou de sentir" : il est indispensable que se créent des interactions entre étudiants et enseignants, sous la responsabilité de ces derniers, afin de "faciliter les changements prévus dans le comportement".

La rédaction des objectifs spécifiques est une tâche délicate qui nécessite un vocabulaire soigneusement adapté, de telle sorte qu'il soit présenté avec *pertinence* : il faut beaucoup insister sur l'importance de cette qualité, qui doit mettre en évidence le but à atteindre avec *logique* et avec *précision*. Un objectif spécifique doit être également *réalisable*, en fonction du *niveau requis*, exigé de l'étudiant, *observable* et *mesurable*.

\* A la page 213 du Guide, onze définitions de l'apprentissage données par divers auteurs sont citées. Celle qui a été retenue fait la synthèse de plusieurs d'entre elles.