

l'actualité chimique

ISSN : 0151-9093

N° 5 Septembre-Octobre 1989

FORMATION DES INGÉNIEURS CHIMISTES. QUELLE STRATÉGIE POUR LA FRANCE ?



Une école
de chimie

◀ de 1899

...

à nos jours ▼

**NUMÉRO
SPÉCIAL**

COMPTE RENDU

du

Colloque

tenu à Mulhouse

les

17-18 novembre 1988

organisé

par la Société

de Chimie Industrielle

et la Société

Française de Chimie



éditée par

la Société Française de Chimie et la Société de Chimie Industrielle



La Société Française de Chimie est la société de tous les chimistes : chercheurs ou ingénieurs de production, enseignants ou responsables technico-économiques, gens du secteur public ou du secteur privé.

Son action s'exerce sur des plans et dans des domaines multiples :

- colloques scientifiques
- groupes de réflexion prospective
- publication de rapports de prospective et d'actes de colloques
- actions d'information
- aide à l'information professionnelle et à la formation des jeunes chimistes
- soutien à la participation des jeunes (étudiants ou thésards) à ses activités
- publications primaires et d'information scientifique
- réflexion sur les structures et le contenu de l'enseignement de la chimie : enseignement supérieur mais aussi contacts avec l'enseignement secondaire, publications pour les enseignants des classes terminales ou préparatoires, etc.
- intervention auprès des grands organismes publics ou professionnels sur des questions intéressant tous les chimistes...
- coopérations internationales avec des sociétés aux objectifs comparables, participation aux travaux des fédérations internationales d'associations scientifiques.

Comme toutes les associations, elle est le point de rencontre de tous les membres de notre communauté scientifique, elle est ouverte, elle est indépendante, elle assure entre chimistes des contacts faciles et divers.

Etes-vous déjà un de nos membres ?

Sinon nous serons heureux de vous accueillir, et de bénéficier de votre concours pour renforcer et développer nos activités. (Voir bulletin d'adhésion dans le présent programme.)

Une brochure d'information sur les structures et les activités de la SFC est disponible au siège

250, rue Saint-Jacques
75005 Paris
Tél. (1) 43 25 20 78
Fax (1) 43 25 87 63

LA SOCIÉTÉ DE CHIMIE INDUSTRIELLE

Association sans but lucratif, reconnue d'utilité publique depuis 1918, la S.C.I. a pour objectifs statutaires de :

- contribuer à l'expansion de l'Industrie chimique et parachimique,
- grouper toutes les personnes morales ou physiques qui y sont intéressées en France et à l'étranger,
- contribuer aux progrès de la chimie industrielle tant du point de vue économique que scientifique.

La S.C.I. au service de l'industrie chimique se consacre essentiellement :

- A l'animation par ses différents Clubs de la vie associative des Entreprises chimiques.
- A l'organisation de manifestations, colloques, congrès, forums, sur des thèmes techniques, économiques ou généraux.
- Aux relations avec les sociétés savantes françaises et internationales et en particulier avec les Fédérations Européennes de Génie Chimique, de Biotechnologie et de Corrosion.
- A la défense et à l'illustration de l'Image de la Chimie auprès, d'une part, des médias et du grand public et, d'autre part, auprès des élèves et professeurs de l'enseignement secondaire et de l'enseignement supérieur.

Par les contacts qu'elle suscite entre managers, ingénieurs et chimistes de tous pays, la S.C.I. travaille au développement harmonieux de l'Industrie Chimique dans la Société du XXI^e siècle.

Société de Chimie Industrielle
28, rue Saint-Dominique, 75007 Paris
Tél. (1) 45 55 69 46

Compte rendu du Colloque « Formation des ingénieurs chimistes. Quelle stratégie pour la France ? », Mulhouse, 17-18 novembre 1988

Comités de patronage et d'organisation	139
Nos intentions	141
– G. Roques, président de la Société de Chimie Industrielle, et J.-B. Donnet, président de la Société Française de Chimie	141
Ouverture du Colloque	143
– G. Perrier, président de la Société Industrielle de Mulhouse	143
– F. Gallais, président du Comité National de la Chimie, membre de l'Institut	144
– R. Degain, administrateur de la Société de Chimie Industrielle	144
– J. Metzger, président de la Société Française de Chimie	145
– G. Binder, président de l'Université de Haute-Alsace	146
– M. Barthelemy, sous-préfet de Mulhouse	146
– J.-B. Donnet	147
Les perspectives ouvertes pour la chimie	153
– P. Fillet (Société Française de Chimie)	153
– J.-M. Bruel (Rhône-Poulenc)	154
– G. Gaillard (Société Française Hoechst)	156
– J. Minoux (Atochem)	157
– S. Tchuruk (Orkem)	158
– F. Gallais (Comité National de la Chimie) : Importance de l'image de la chimie pour l'avenir de cette discipline	159
– C. Fréjacques (CNRS)	160
– M. Lavalou (UTC)	161
– C. Quivoron (ENSCP)	162
– L. Monnerie (ESPCI)	164
Questions de l'auditoire	173
La formation des cadres de l'industrie chimique en Europe	179
– C. Fréjacques (CNRS)	179
– D. Behrens (Dechema) : La formation des ingénieurs chimistes. Quelle stratégie pour la RFA ?	179
– R. Sargent (Imperial College of Science and Technology, Londres) : La formation en Grande-Bretagne	183
– W.P.M. van Swaaij (University of Twente, Pays-Bas) : Chemical Engineering Education in the Netherlands	186
– F. Alfani (University of L'Aquila, Italie) : La formation en Italie	192
Les diplômes européens	195
– H. Angelino (ENSIGC) : Les équivalences des diplômes européens dans le domaine de la chimie	195
Questions de l'auditoire	199
– J. Metzger (ESIPSOI, Société Française de Chimie)	199
– J. Riethmann (ENSCMu) : Spécialisation et intégration dans une équipe de développement et de mise au point	199
– Autres questions	201
Création d'un module de formation sur l'économie de l'industrie chimique	203
– B. Carrère (UIC)	203

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE
DES CHIMISTES
24, BOULEVARD
75231 PARIS CEDEX 08

17 OCT 1990
17 SEP 1990

Le système français de formation	209
– J. Metzger (Société Française de Chimie)	209
– Y. Bonnet (ESCIL) : Voies d'entrées dans les écoles de chimie, constat et perspectives d'avenir	209
– R. Collongues (ENSCP) : Les écoles de chimie et l'enseignement universitaire	211
– J.-C. Charpentier (CNRS) : Vous avez dit « L'enseignement du génie des procédés pour les ingénieurs chimistes de demain » ? un bouleversement ou une continuité ?	214
– D. Decroocq (IFP) : Les spécialisations et la formation continue	215
– F. L'Eplattenier (Ciba-Ceigy) : La formation par la recherche	217
– M. Jaymond (Société de Chimie Industrielle) : Relations entre les écoles et l'industrie chimique	220
– M. Pacault (Centre de Recherche Paul Pascal) : L'éducation du chimiste de demain	221
Questions de l'auditoire	231
Exposés des rapporteurs	233
– F. Loos (Rhône-Poulenc)	233
– J. Streith (ENSCMu)	234
– W. Dellsperger (Elf Aquitaine Deutschland GmbH)	234
– J.-C. Bernier (EHICS)	236
– R. Charles (Orkem)	237
Discussion avec l'auditoire	243
– G. Montel (Education nationale)	243
– C. Dambrine (ANRT)	244
– A. Dubois-Salmon (UPS)	245
– E. Pénigault (ENSCMu)	246
– Autres questions	247
Clôture du Colloque	253
– J.-B. Donnet	253
– F. Gallais (Comité National de la Chimie)	254
Conclusions générales	255
– J. Metzger, J.-B. Donnet (Société Française de Chimie) et Robert Degain, Georges Roques (Société de Chimie Industrielle)	255
Tables des annonceurs	257

Ont collaboré à la réalisation de ce numéro Thérèse Chaudron, François Delprato, Edouard Pénigault, Gérard Perreau, Jacques Streith et Jacqueline Zundel.
Photographe officiel du colloque : Robert Jung (Société Industrielle de Mulhouse).

Formation des ingénieurs chimistes. Quelle stratégie pour la France ?

Mulhouse, 17-18 novembre 1988

Ce colloque, co-organisé par la Société de Chimie Industrielle et la Société Française de Chimie, a bénéficié du **haut patronage** de :

- Monsieur Lionel Jospin, ministre d'Etat, ministre de l'Education nationale, de la Jeunesse et des Sports
- Monsieur Hubert Curien, ministre de la Recherche et de la Technologie.

Membres du Comité de patronage :

Comité National de la Chimie
Société de Chimie Industrielle
Société Française de Chimie
Union des Industries Chimiques
Association Nationale pour la Recherche Technique
Société Industrielle de Mulhouse
Club Gay-Lussac
Université de Haute-Alsace
Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Mulhouse
Fondation de l'Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Mulhouse

Membres du Comité d'organisation :

MM. R. Dabard
L. Debiais
R. Degain
F. Delprato
J.-B. Donnet
P. Fillet
R. Mas
J. Metzger
E. Pénigault
J. Streith
L. Cohen

Le colloque en images



Nos intentions...

Ce numéro de *L'Actualité Chimique* est consacré au Colloque sur la formation des ingénieurs chimistes, qui s'est tenu à Mulhouse les 17 et 18 novembre 1988 et qui a été initié et organisé conjointement par les deux grandes sociétés savantes de la chimie de notre pays :

- la Société de Chimie Industrielle (SCI), et
- la Société Française de Chimie (SFC).

Les objectifs de ce Colloque étaient résumés comme suit dans la première circulaire qui en annonçait l'organisation :

« Il a paru judicieux de s'interroger sur les spécificités de la formation des « ingénieurs chimistes » qui constituent la majorité des cadres des entreprises chimiques en France et de comparer cette formation à celles mises en œuvre par nos partenaires européens. L'objet de ce colloque est d'apporter des éléments de réponse aux questions que se posent les industriels et les universitaires français dans la perspective de l'ouverture totale des frontières des pays de la Communauté européenne.

La formation actuelle des ingénieurs pour la chimie :

- est-elle en mesure d'assurer le maintien à long terme de la compétitivité de l'industrie chimique française ?
- donne-t-elle des atouts à ceux qui l'ont reçue pour le déroulement de leurs carrières dans les firmes chimiques dont les activités multinationales doivent se développer ?

Sur le plan des connaissances, tous les aspects de la chimie moderne sont-ils appréhendés de manière satisfaisante dans l'état actuel des enseignements ?

Il semble que les écoles d'ingénieurs chimistes aient des programmes relativement peu différenciés. Cette situation est-elle souhaitable ?

L'ouverture aux technologies modernes est-elle suffisante ?

Seront abordées également :

- la spécialisation,
- la formation par la recherche ».

Comme on le verra dans les textes des communications et des discussions, le contenu du Colloque s'est révélé d'une très grande richesse et l'on peut penser que la totalité des problèmes intéressants, dans notre pays, la formation des ingénieurs chimistes a non seulement été traitée, mais a fait l'objet de propositions précises.

Il nous reste à souhaiter que ces propositions trouvent l'écho qu'elles méritent auprès de tous ceux qui sont intéressés par ce problème, qu'il s'agisse des ministères de tutelle, des responsables et enseignants des grandes écoles de chimie et des universités ou des responsables de notre industrie chimique.

G. Roques
président de la Société de Chimie Industrielle

J.-B. Donnet
président de la Société Française de Chimie



Ouverture du colloque

G. PERRIER président de la Société Industrielle de Mulhouse



Monsieur le Sous-Préfet,
Monsieur l'adjoint et représentant Monsieur le Maire de Mulhouse,
Monsieur le Président du Comité National de la Chimie,
Monsieur le Président de la Société de Chimie Industrielle,
Monsieur le Président de la Société Française de Chimie,
Mesdames, Messieurs, chers amis,

Notre compagnie est presque aussi âgée que l'Ecole de Chimie de Mulhouse qui, comme chacun le sait, est une des plus anciennes de France, puisque son premier laboratoire remonte à 1822, tandis que notre compagnie date de 1826.

Il y a un parallélisme assez étrange entre notre compagnie, qui est heureuse de vous accueillir aujourd'hui, et la chimie avec ce qu'elle représente de plus noble dans ce site de Mulhouse.

D'ailleurs, leurs histoires sont jalonnées d'étapes tout à fait comparables, les plus anciennes comme les plus récentes. Les plus récentes, c'était il y a un peu plus de 2 ans, en mars 1986 à Huningue, les Journées de réflexion sur l'avenir de la chimie, sur l'interaction entre les organismes de recherche, l'enseignement supérieur de la chimie et les grandes entreprises. Ces journées avaient été organisées par notre regretté Président Bernard Thierry-Mieg, qui a marqué Mulhouse, qui a marqué la Société Industrielle, et dont l'œuvre s'est continuée jusqu'à quelques jours avant sa disparition.

Une autre disparition. Hier, à Mulhouse, les habitants de notre cité ont accompagné leur ancien maire, Emile Muller, qui a marqué notre ville pendant 25 ans. Emile Muller, lui aussi a œuvré pour la chimie, pour l'école de chimie et pour le maintien des sites qui entourent Mulhouse, aussi bien les

industries françaises que les industries étrangères qui sont très voisines.

Alors, voyez-vous, certains se posent des questions sur la chimie. Il n'y a pas de questions. La chimie est en plein développement. Et je n'en voudrais pour preuve, moi qui suis dans l'industrie automobile depuis de nombreuses années, que l'organisation d'un Colloque européen au printemps 89 et dont le thème sera :

« Automobile, Chimie et Design »

Car, dans quelques années, **que sera l'automobile, sinon une formule chimique ? L'évolution des matériaux influe très fermement et très directement sur la conception, le style, et le fonctionnement des véhicules actuels et le fera plus encore sur les véhicules futurs.**

Tout cela pour vous dire notre confiance et notre foi dans l'avenir de la chimie. Raison de plus pour s'interroger sur la manière de se développer, de s'épanouir, et voilà, je pense, la raison profonde de ce colloque « Formation des Ingénieurs Chimistes. Quelle Stratégie pour la France ? ».

Alors bienvenue dans notre ville, vous voyez que nous avons également une très belle journée. Je ne dirai pas que c'est toujours comme cela à Mulhouse, mais, en tout cas, c'est pour vous que ce soleil respandit. Je souhaite plein succès à vos travaux, à vos tables rondes, à vos discussions et, en particulier, je remercie tous ceux qui ont organisé et ont œuvré pour ce colloque, et plus particulièrement le vice-Président de la Société Industrielle, le Professeur Donnet qui se trouve à mes côtés.

Merci Mesdames, merci Messieurs, et très bonne journée.



F. GALLAIS
président du Comité National de la Chimie, membre de l'Institut

Monsieur le Préfet,
Monsieur le Maire,

Je pense qu'il ne faut pas allonger inutilement la partie de cette journée consacrée à des discours qui ne sont pas essentiellement scientifiques, mais je voudrais peut-être profiter de l'occasion qui m'est donnée pour rappeler ce qu'est le Comité National de la Chimie que j'ai actuellement l'honneur de présider. Le Comité National de la Chimie est, en effet, un organisme qui ne fait pas beaucoup parler de lui dans le grand public, qui, pour cette raison même, n'est pas très connu, et dont les buts ne sont pas toujours évidents.

Il faut savoir que le Comité National de la Chimie est le lieu où se retrouvent toutes les sociétés savantes qui, en France, s'occupent à des titres divers de la chimie et de ses applications. Il est déjà extrêmement important que ces sociétés puissent se concerter et puissent coordonner leurs actions au lieu d'agir en ordre dispersé.

Le Comité National de la Chimie est aussi, et essentiellement, l'organisme qui est le porte-parole de toutes les sociétés chimiques françaises et de l'industrie chimique française sur le plan international, c'est-à-dire que c'est le correspondant national de l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée, plus connue sous le sigle IUPAC.

A ces titres, le Comité a la charge d'aider à choisir tous les ans nos représentants, c'est-à-dire ceux des membres de la communauté scientifique française en chimie qui sont appelés à siéger dans les très nombreuses commissions, dans les divi-

sions, dans les comités et même au bureau de l'IUPAC. Je dis même au bureau de l'IUPAC, puisque nous avons la chance actuellement que l'actuel secrétaire général du Comité National en soit le vice-président. Dans quelques mois, il deviendra pour 2 ans le président de l'IUPAC.

Mais en dehors de ces considérations pratiques, disons que, bien entendu, le Comité National de la Chimie se sent responsable des problèmes les plus fondamentaux qui se posent à notre discipline dans tous les domaines. Que, dans la mesure de ses moyens, ce Comité qui rassemble, en parties égales, des universitaires, des chercheurs et des industriels de la chimie, cherche à se pencher sur les problèmes essentiels qui concernent la chimie en France. Parmi ceux-ci, il est certain que tout ce qui touche à la prospective a un intérêt primordial, à notre époque, surtout dans la perspective de l'union européenne, qui est maintenant à notre porte.

C'est pourquoi le Comité National de la Chimie a accueilli avec beaucoup d'intérêt l'initiative qui a été prise, essentiellement par notre ami le Professeur Donnet, de réunir le colloque qui nous vaut d'être tous ensemble ici aujourd'hui, afin d'examiner quelles pourraient être les meilleures conditions de préparation de nos ingénieurs chimistes en vue de l'unification de l'Europe.

Je remercie à nouveau Monsieur le président Donnet pour cette initiative et tous ceux qui avec lui ont œuvré à ce qui sera, j'en suis persuadé, le grand succès de cette intéressante manifestation.



R. DEGAIN
administrateur de la Société de Chimie Industrielle
Au nom du Président de la Société de Chimie Industrielle

Mesdames et Messieurs,

Je prends la parole au nom de M. Roques qui est le Président de la Société de Chimie Industrielle et de la Maison de la Chimie.

Il n'a pas pu, pour des raisons personnelles et tout à fait imprévisibles, nous rejoindre ce matin. Je suis sûr qu'il le regrette infiniment.

En son nom, je voudrais d'abord remercier les participants d'être venus aussi nombreux, pour un sujet qui est certainement fondamental pour les années à venir pour notre pays, et dire aussi un grand merci à l'équipe du Professeur Donnet de nous accueillir comme le font toujours d'ailleurs les Mulhousiens avec toutes leurs qualités.

La Société de Chimie Industrielle, depuis sa fondation, a toujours porté beaucoup d'attention à la formation des chimistes. Elle s'intéresse tout particulièrement depuis quelque

temps à l'image de la chimie. Une image plutôt grise comme vous le savez et que, avec la collaboration de l'Union des Industries Chimiques, elle cherche à redresser et pour laquelle le Président Roques s'est personnellement impliqué.

En deux mots seulement, la Société de Chimie Industrielle a créé deux commissions, l'une pour l'image de la chimie et l'autre pour le milieu éducatif.

Cette image joue un rôle important dans le choix d'orientation de beaucoup de jeunes. Il faut attirer les meilleurs éléments vers les milieux de la chimie, il faut intensifier les efforts auprès du système éducatif dès le secondaire.

C'est ce bref message que je voulais donner au début de ces journées dont les organisateurs espèrent qu'elles apporteront une contribution effective à l'enseignement de la chimie dans notre pays.

Je vous remercie.

J. METZGER
président de la Société Française de Chimie



Monsieur le Préfet,
Monsieur le Maire,
Mesdames et Messieurs,

Lorsque le Professeur J.-B. Donnet a fait part à la Société Française de Chimie de son intention d'organiser un colloque concerné par la formation des chimistes pour l'Europe, nous avons résonné au sens étymologique du terme d'une manière extraordinairement intense, tant notre préoccupation, à la Société Française de Chimie, rejoignait celle inspirant ce colloque.

Notre ami Robert Degain faisait allusion, il y a un instant, aux préoccupations de la Société de Chimie Industrielle, en matière de formation des ingénieurs, en matière d'image de la chimie. Il est certain, et vous le savez, que la Société Française de Chimie partage ces préoccupations, avec la même intensité, avec le même désir d'apporter une contribution à l'amélioration de la formation de nos ingénieurs et à l'amélioration de l'image de la chimie dans le grand public et, en particulier, dans les classes préparatoires qui sont la source de recrutement de nos écoles.

La Société Française de Chimie est un peu moins âgée que la Société Industrielle de Mulhouse. A l'origine, elle s'appelait la Société Chimique de Paris, puis la Société Chimique de France, et elle est devenue la Société Française de Chimie, comme vous le savez, il y a cinq ans à l'occasion d'un regroupement avec la Société de Chimie Physique.

C'est un grand événement qui a été accueilli par la communauté des chimistes comme un progrès vers l'unité des chimistes dans leur représentation, dans leurs préoccupations et dans leur action.

Et je dois dire que c'est avec beaucoup de sérieux et beaucoup d'espoir que nous avons, depuis qu'elle existe, consacré la Société Française de Chimie à une collaboration aussi étroite que possible avec la Société de Chimie Industrielle.

On avait songé, il y a un certain nombre d'années, à faire un rapprochement plus étroit entre ces deux sociétés. La raison de la non-réunion de ces deux sociétés a été essentiellement qu'elles avaient des attitudes assez différentes vis-à-vis de la communauté des chimistes.

Néanmoins, nous participons avec beaucoup de foi et beaucoup de persévérance à des actions communes avec la Société de Chimie Industrielle.

Je voudrais dire que nous sommes, à la Société Française de Chimie, très heureux de participer au patronage de ce Colloque, dans la mesure où nous avons nous-mêmes dans notre Société une division « Chimie de l'enseignement » qui est extrêmement vivante et qui est très active pour améliorer la qualité de l'enseignement et des enseignants.

C'est dire à quel point la Société Française de Chimie est heureuse d'avoir pu apporter son concours à la réalisation de ce Colloque, et l'espoir qu'elle met dans la réussite et dans les conséquences certainement très importantes de ce Colloque sur la formation de nos jeunes pour l'Europe de demain.

G. BINDER
président de l'Université de Haute-Alsace



Monsieur le Préfet,
Monsieur le Maire adjoint,
Monsieur le Président de la Société Industrielle,
Monsieur le Directeur de l'Ecole de Chimie,
Mesdames, Messieurs,

C'est un grand plaisir pour l'Université de Haute-Alsace de vous accueillir aujourd'hui à Mulhouse, à l'occasion de votre Colloque sur la « Formation des Ingénieurs Chimistes ». Et

puisque l'occasion m'est donnée, je voudrais dans un très bref propos simplement relever trois traits essentiels qui caractérisent la chimie à Mulhouse.

— La première de ces caractéristiques est la très forte relation entretenue par l'Ecole de chimie avec le monde industriel. Vous savez que l'Alsace est la troisième région française pour l'importance des établissements industriels en chimie et que nous avons environ 29 000 salariés employés dans ce

secteur en Alsace et ceci à 25 km de la puissante ville de Bâle dont vous connaissez le rôle mondial qu'elle joue dans la chimie.

— La deuxième caractéristique de la chimie mulhousienne est son très fort potentiel de recherche. L'École de chimie de Mulhouse compte un chercheur pour deux étudiants, elle compte trois unités associées au CNRS et on peut y ajouter le laboratoire propre du CNRS qu'est le Centre de Recherche sur la Physico-Chimie des Surfaces Solides.

— La dernière caractéristique que j'aimerais souligner, c'est l'effort de regroupement de l'ensemble des activités dans le domaine de la chimie. Alors sans distinction d'affectation, que les gens soient enseignants-chercheurs ou chercheurs, qu'ils soient nommés à l'École de chimie ou à l'université, ou au CNRS, nous avons réussi à créer une masse critique permettant la mise en œuvre de gros équipements et ceci sans dispersion de moyens.

Voilà donc les trois messages que je tenais à faire passer pour l'École de chimie et, évidemment, à l'annonce à très court terme d'une Europe sans frontières, la formation des cadres de l'industrie chimique et l'analyse critique que vous pourrez faire au cours de votre colloque prennent une importance toute particulière. Vous savez bien entendu que la mission qui nous est confiée est une mission passionnante et difficile. Difficile parce que la recherche et la formation nécessitent des moyens considérables. Si notre pays, qui s'est engagé dans une compétition internationale sans aucune complaisance, veut rester dans le peloton de tête des pays industrialisés, il est nécessaire qu'il consacre au niveau national, régional, départemental, voire même municipal, les investissements nécessaires à la formation de notre jeunesse.

Pour ma part, je suis convaincu que ce colloque apportera des éléments de réponse aux défis qui nous sont lancés et je vous souhaite, Mesdames et Messieurs, un bon travail et un excellent séjour à Mulhouse.



M. BARTHELEMY sous-préfet de Mulhouse

Monsieur le Président de la Société Industrielle,
Monsieur le Professeur,
Monsieur le Président de l'Université,
Monsieur le Président du Comité National de Chimie,
Monsieur le Président de la Société de Chimie Industrielle,
Monsieur le Président de la Société Française de Chimie,
Mesdames, Messieurs,

En vous transmettant le salut des deux ministres qui ont patronné cette manifestation de haut niveau, en l'occurrence le ministre d'Etat, ministre de l'Education Nationale et de la Jeunesse et des Sports, et le ministre de la Recherche et de la Technologie, je ne réponds pas seulement à un plaisir et à un honneur en ouvrant en quelque sorte ce colloque qui, pendant deux jours, va voir se dérouler des travaux extrêmement importants pour notre région. Je réponds aussi à la vocation de Mulhouse. En effet, et ce n'est pas surprenant quand on connaît l'organisateur du colloque, vous avez bien choisi la ville pour siéger.

Mulhouse, et cela vous a été rappelé tout à l'heure par le Président de la Société Industrielle, est une ville où la chimie s'est largement développée à partir du textile, à la fin du XIX^e siècle. Et depuis, la région mulhousienne en général, comme le Haut-Rhin d'une manière plus globale, est certainement l'une des régions de France les plus riches et les plus denses en unités de production chimique. C'est aussi une ville où se trouve, le Président de l'Université l'a rappelé à l'instant, l'École Nationale Supérieure de Chimie de Mulhouse, qui, comme chacun le sait, délivre des diplômes correspondant aux formations dont vous allez débattre.

Alors, je vous citerai trois points de repère :

— Tout d'abord l'importance de la chimie dans le département du Haut-Rhin. Cela représente la chimie et la parachimie si on inclut la chimie de base, la parachimie, la chimie

textile et quelques autres entreprises annexes ; la chimie emploie, en gros, 17 000 personnes dans le département, en tenant compte des 3 700 frontaliers qui vont travailler chez nos voisins bâlois.

Cela représente un chiffre d'affaires en 1985 (dernier chiffre connu) de 12 milliards de francs dont 60 % à l'exportation, c'est dire que c'est un secteur industriel tout à fait capital pour le département.

Au moment où se sont produites quelques affaires qui ont défrayé la chronique comme l'affaire Sandoz, si l'on a pu s'interroger sur les dispositifs de sécurité et la protection de l'environnement dans la chimie, jamais les pouvoirs publics que nous représentons n'ont, face à une quelconque situation de ce genre, remis en cause la présence de la chimie dans le département. Bien au contraire, car nous savons que, sous réserve de prendre les précautions d'usage, c'est une industrie capitale pour notre développement régional. Avec évidemment l'automobile, toutes les grandes entreprises régionales de mécanique et de textile ont besoin de la chimie. Par conséquent, nous sommes tout à fait heureux que ce colloque se tienne à Mulhouse.

— Le deuxième point que je voulais indiquer, c'est que Mulhouse est une ville à vocation européenne, tri-frontalière comme l'on dit. C'est sans doute l'une des rares villes qui se trouve près de deux frontières, certes de deux Etats qui ne sont pas tous deux membres de la Communauté européenne. Il y en a un qui n'en fait pas partie. Mulhouse est une ville qui a, dans la perspective de 1993, des atouts considérables à jouer et notamment les atouts de son université et de son industrie, qui est largement ouverte sur l'extérieur.

Deuxième raison pour travailler sur les perspectives de l'ouverture des frontières de la Communauté européenne en matière d'équivalence des diplômes, comme je l'ai lu dans un

des paragraphes de votre programme. C'est en effet important et je crois que sur ce point le ministre de l'Education nationale sera tout à fait intéressé par les conclusions de vos travaux.

— Enfin, la troisième raison, c'est que Mulhouse est une ville accueillante et que vous aurez l'occasion, je l'espère, de profiter des charmes de l'Alsace du Sud, et de vous rendre compte du développement de cette ville très industrielle. A la fin du XIX^e siècle, on l'appelait la ville aux 100 cheminées. Son développement équilibré s'est fait très rapidement sous l'impulsion des maires successifs et du plus illustre d'entre eux que nous avons, hélas, enterré hier. Eh bien, ce développement s'est fait en 25 ans, en s'appuyant toujours sur la connexion (que l'on appelle aujourd'hui pompeusement « technopôle », ça ne s'appelait pas comme cela il y a 100 ans, mais ça revenait au même), c'est-à-dire sur les relations entre la formation, l'université ou les écoles et le monde industriel.

Formation, recherche, industrie, cela existe à Mulhouse. Depuis longtemps, nous faisons des technopôles sans le sa-

voir comme Monsieur Jourdain faisant de la prose, nous continuons d'en faire et, grâce à l'université et aux écoles de Mulhouse, nous sommes persuadés que nos chances européennes sont accrues.

D'une manière générale, et ceci rejoint votre thème, la formation des ingénieurs, ou des cadres intermédiaires de l'industrie chimique, devra être de plus en plus tirée vers le haut, comme c'est une constante d'ailleurs de la formation initiale ou continue aujourd'hui. Il ne faut pas se faire d'illusions : les postes de travail sont rares et ceux qui doivent les pourvoir doivent être de plus en plus pointus tout en étant polyvalents. Ce qui ne simplifie évidemment pas les choses, mais vous aurez sur ce point l'occasion de faire profiter le ministre de l'Education Nationale et le ministère de la Recherche du fruit de vos réflexions.

Je vous souhaite donc, après vous avoir ainsi brossé le tableau de cette région mulhousienne, deux jours de travaux agréables mais en même temps fructueux, et peut-être en me donnant la joie ce soir de vous revoir vers 19 heures, je vous souhaite une agréable journée.

J.-B. DONNET

président de la Fondation pour l'Ecole de Chimie de Mulhouse
président du Comité d'organisation



Messieurs les présidents,
Mesdames et Messieurs,

Après les représentants des deux ministres qui nous ont accordé leur patronage — le ministre de l'Education Nationale et le ministre de la Recherche et de la Technologie — je voudrais dire en quelques mots à tous les présidents qui sont ici, et qui représentent la communauté chimique au sens large, scientifique et industrielle, notre reconnaissance d'avoir permis à ce colloque de s'épanouir et finalement de se tenir aujourd'hui. C'est une opération qui renouvelle des manifestations qui ont eu lieu dans le passé, notamment le Colloque sur la Formation des Ingénieurs Chimistes tenu à l'occasion du cent-cinquantième de notre Ecole en 1972.

Je voudrais remercier tout particulièrement ceux qui nous ont aidés financièrement : l'Université de Haute-Alsace, la Société Industrielle de Mulhouse, l'Association pour la promotion de la région frontalière Bâle-Mulhouse et l'Association de la Région du Haut-Rhin.

Qu'attendons-nous de ce colloque et comment allons-nous pouvoir travailler ensemble ?

Le but de l'opération, c'est d'essayer, en deux jours, de dégager un certain nombre de priorités dans ce que nous devons faire dans les années qui viennent pour la formation des cadres ingénieurs de l'industrie chimique. Il nous faut essayer de les dégager d'une façon aussi précise que possible en ce qui concerne les organismes de tutelles des écoles (c'est-à-dire les deux ministères que j'ai mentionnés), en ce qui concerne les écoles elles-mêmes ; car chacune d'entre elles aura un effort particulier à faire pour affronter ce que le monde de demain nous réserve, ainsi qu'en ce qui concerne

l'industrie chimique elle-même. Essayons de proposer des recommandations concernant les différentes formes d'enseignements préparatoires à la chimie, les enseignements complémentaires à la chimie, la formation permanente et la formation par la recherche.

C'est l'ensemble de ces problèmes que nous allons voir ensemble, nous sommes tous concernés et je suis vraiment très heureux de voir dans cette audience des personnalités tout particulièrement qualifiées du monde de l'industrie et du monde de l'enseignement supérieur. Nous allons dans quelques instants planter le décor avec les rappels tout à fait précis d'un certain nombre de faits, de chiffres, et puis nous donnerons la parole aux conférenciers qui présentent un certain nombre de réflexions qu'ils ont élaborées au cours des mois ou des semaines qui précèdent.

Mais, bien entendu, il y a des règles du jeu. Nous sommes environ 250 personnes, et ces règles du jeu sont très simples et très claires. C'est que d'abord chaque intervenant se doit d'être aussi bref que possible.

D'autre part, je demande à vous tous qui interviendrez de remplir les feuilles, que nous vous donnerons au moment de votre intervention, pour résumer votre intervention et la présenter oralement également de la façon la plus concise et la plus brève possible. Nous avons tous fait l'expérience de l'époque où nous faisons des conférences qui durent une heure. Nous faisons maintenant des conférences qui durent 20 minutes, quelquefois 25, quelquefois 10, et finalement nous arrivons très bien à faire passer nos messages. Probablement même encore mieux.

Donc je me permets d'insister sur cette concision et, enfin, nous essaierons de publier sous des formes qui apparaîtront

les plus appropriées et les plus à la portée de nos moyens financiers, l'essentiel des travaux de ce colloque. Si donc les personnes qui interviennent souhaitent voir leurs messages, leurs questions et les réponses qui les concernent publiés, il est important que vous suiviez cette recommandation.

Encore une fois merci à tous, mais avant de terminer mon exposé, je voudrais remercier tout particulièrement ceux qui, depuis plusieurs semaines, ont œuvré, sans ménager leur temps. L'un d'entre eux devrait être en vacances dans un

pays ensoleillé et a sacrifié ses vacances pour être avec nous au cours des deux jours qui viennent. Je voudrais remercier tout particulièrement le Professeur J. Streith, le Professeur E. Pénigault et aussi Monsieur F. Delprato, un jeune ancien élève qui nous a beaucoup aidés.

Je limiterai là les noms des personnes que je voulais citer. Tout ce qui a été fait sur place l'a été grâce à eux et j'espère maintenant que, dans les deux jours qui viennent, chacun de nous fera tout pour que cette réunion soit un succès.

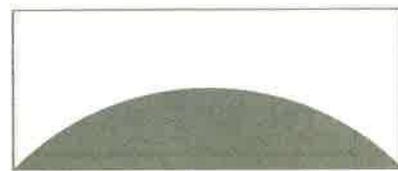
UNE TRAJECTOIRE EN TÊTE, LA REUSSITE AU COEUR.

Orkem est un groupe chimique français en plein essor, de dimension internationale, qui offre la possibilité d'évoluer dans quatre grands métiers, chimie, encres, peintures, engrais, avec pour chacun une société leader : Norsolor, la britannique Coates - dont Orkem est le principal actionnaire -, Cofidep - qui coordonne les marques Ripolin et Avi - et La Grande Paroisse. La rapidité du redressement du Groupe et le développement de ses activités internationales lui permettent aujourd'hui d'offrir des opportunités de carrière particulièrement intéressantes.

Orkem, c'est aussi une philosophie : "la chimie au cœur", parce que la chimie est la vocation industrielle du Groupe et que ses produits se trouvent au cœur d'un ensemble d'activités et de réalisations vitales pour le monde d'aujourd'hui. Mais également parce que le cœur c'est la pugnacité, l'énergie, la combativité nécessaires à la réussite.

Aujourd'hui, rejoindre Orkem, c'est rejoindre un groupe industriel de premier plan, décidé à imposer son nom au sein de la chimie mondiale.

Orkem - Tour Aurore, Place des Reflets,
Cedex 5, Paris Defense 2.
Tél.: 47 78 51 07.



ORKEM
LA CHIMIE AU COEUR

LE CLUB GAY-LUSSAC

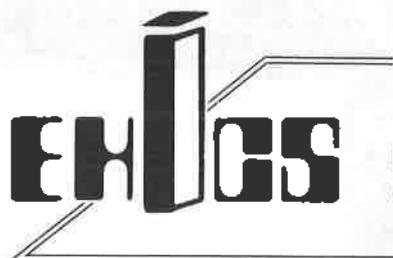
Cette association créée en 1988 a pour vocation de rassembler les organismes et les personnes concernés par la formation des Ingénieurs Chimistes et de Génie chimique.

Pour atteindre cet objectif, le CLUB GAY-LUSSAC a mis en place une structure permanente de concertation et de coordination lui permettant de conduire une réflexion et une action afin d'assurer et synchroniser la promotion des formations des ingénieurs en chimie.

Aujourd'hui, le Club Gay-Lussac regroupe l'ensemble des Ecoles Nationales Supérieures de Chimie, les Instituts de Génie Chimique, deux Sociétés de droit associatif : la Société Française de Chimie et la Société de Chimie Industrielle, l'Union des Industries Chimiques, le CESGICHIM et la Fédération des Associations des Anciens Elèves des Ecoles de Chimie.

*Pour tous renseignements sur l'ensemble des travaux et réflexions
faits par le Club Gay-Lussac, s'adresser :*

Club Gay-Lussac, 250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris.



**ECOLE EUROPEENNE des HAUTES ETUDES
des INDUSTRIES CHIMIQUES de STRASBOURG**

**Une Grande Ecole Européenne à Strasbourg
Une Formation Prestigieuse en Chimie en Alsace
Un Centre de Recherche Régional**

- Formation trilingue (Allemand, Anglais, Français)
- Recrutement multinational sur la CEE
- 10 Universités étrangères associées
- 4 Départements de recherche

**1, rue Blaise Pascal, B.P. 296 - 67008 STRASBOURG CEDEX
Tél. 88 41 68 00**

NOUS ON LES TROUVE EPATANTS LES CREATEURS !



"MON BALLON RÉSISTE MÊME AUX DENTS
DE MON CHIEN"



"MES INTERVENTIONS SONT FACILITÉES"



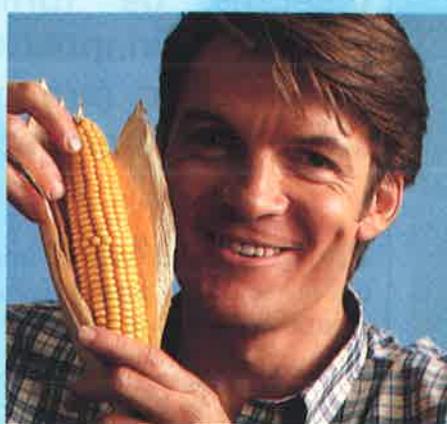
"L'EAU EST PURE DANS MA MAISON"



"MON CHANTIER TOURNE MIEUX"



"MA VOITURE EST SÛRE
ET JE M'Y SENS BIEN"



"MA RÉCOLTE DÉPASSE MES ESPÉRANCES"

C'est vrai, les créateurs d'aujourd'hui sont épatants. Et la chimie d'ATOCHEM est là pour les aider.

Pour les aider à concevoir de nouveaux produits plus performants, plus sûrs. Pour leur permettre d'anticiper et de répondre aux exigences de la technologie de pointe comme à celles de la vie quotidienne.

ATOCHEM contribue activement, tant dans le domaine des matières plastiques que

dans celui de la chimie, au développement de secteurs d'activité aussi variés que la santé, le sport, l'agro-alimentaire, le bâtiment, l'automobile, le traitement de l'eau.

Les laboratoires pilotes d'ATOCHEM, ses centres de recherche, ses sites de production sont les partenaires actifs des entreprises. Chacun trouve dans cette collaboration étroite une source complémentaire de réussite. De nouvelles voies s'ouvrent à l'innovation.



ATOCHEM dans le monde

- 10.000 personnes (maison-mère) • 35 établissements industriels en France et dans le monde • 4 centres de recherche et développement • 1 centre technique (ingénierie) • Réseau couvrant 97 pays sur les 5 continents • Chiffre d'affaires : 23 milliards de francs dont 58% réalisés à l'extérieur • Principaux secteurs d'activité : Pétrochimie et grands plastiques, Chlorochimie, Chimie et Polymères.

ATOCHEM
groupe elf aquitaine **ATO**

UNE CHIMIE POUR LES CREATEURS



Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Mulhouse

... La plus ancienne
école de chimie
de France

Ecole de longue tradition (fondée en 1822) et d'Innovation, aux objectifs de formation et de recherche adaptés à la réalité économique en étroite relation avec son environnement industriel.

UN ENSEIGNEMENT approfondi de la chimie qui laisse une place importante à l'aspect expérimental, conduisant à la délivrance du :

- Diplôme d'ingénieur chimiste
- Diplôme d'études approfondies de chimie
- DESS de sécurité dans l'industrie chimique.

UN CONTACT PERMANENT AVEC L'INDUSTRIE ET LA RECHERCHE par

- LA PRÉPARATION DE THÈSES DE DOCTORAT dans les laboratoires de l'Ecole,
- LES STAGES dans l'industrie et dans les laboratoires de recherche,
- UNE FORMATION AUX SCIENCES DE L'INGÉNIEUR faisant appel à des professionnels,
- DE NOMBREUX CONTRATS DE RECHERCHE.

Pour recevoir une documentation, écrivez à :

L'E.N.S.C.MU - SCOLARITÉ
3, rue Alfred WERNER
68093 MULHOUSE CEDEX
Tél. 89 42 70 20

E.N.S.C.P.B.

ECOLE NATIONALE
SUPÉRIEURE DE CHIMIE ET
DE PHYSIQUE DE BORDEAUX

351, cours de la Libération
33405 TALENCE Cedex

- Formation d'ingénieurs généralistes, double compétence en Chimie et Physique.
- Stage industriel complété par un projet de fin d'études à l'École.
- Formation des Ingénieurs par la Recherche et la Technologie : Pôle Firtech « Matériaux Avancés ». 4 DEA possibles en 3^e année.
- Ouverture vers l'Europe : stages linguistiques et stages industriels à l'étranger.
- Formation préparant aux responsabilités : sciences humaines, gestion, activités type junior-entreprise.
- MASTERE « Matériaux avancés ».

Téléphone : 56 80 78 93 - Téléfax : 56 84 66 33

Les perspectives ouvertes pour la chimie

Exposé introductif

P. FILLET
Société Française de Chimie.



Messieurs les Présidents,
Mes chers collègues,
Mesdames, Messieurs.

Je dois, tout d'abord, remercier les organisateurs de ces journées de Mulhouse pour m'avoir accordé ce temps exceptionnel de parole, à l'ouverture de vos travaux.

Un humoriste américain disait : pourquoi m'intéresserai-je à l'avenir, est-ce que l'avenir s'intéresse à moi ?

La participation nombreuse à ce colloque montre que les chimistes eux s'intéressent à l'avenir, un avenir qu'ils savent riche de promesses.

Mais que faire pour qu'en retour l'avenir s'intéresse à la chimie, aux chimistes et à leurs entreprises ?

Je dirai qu'il faut d'abord que la communication avec lui soit claire. C'est un enjeu difficile, car l'horizon se charge d'une complexité de plus en plus grande.

Depuis quarante ans, en effet, la chimie a connu une croissance très supérieure à celle du reste de l'industrie. Elle se développe en une arborescence qui nous émerveille mais qui rend aussi les choses sans cesse plus difficiles à comprendre et à appréhender.

Ce sont les publications scientifiques dont le foisonnement ne cesse de croître.

Ce sont les gammes sans cesse plus riches de produits nouveaux offerts par l'industrie.

Mais ce sont surtout les interactions plus fortes et plus nombreuses que la chimie développe avec les autres disciplines scientifiques, les autres technologies, les autres activités industrielles et maintenant avec la société.

Ces interactions sont, en réalité, la source même de la vitalité et de la fécondité de la chimie.

Mais il faut apprendre à mieux les comprendre et à les maîtriser dans leur complexité pour bien préparer les futurs chimistes à affronter ces enjeux.

Il y a deux cents ans, cette année, naissait la chimie moderne avec les nouvelles théories de Lavoisier sur la réaction chimique et la création de la nomenclature chimique par Lavoisier, Guyton de Morveau et Fourcroy.

Deux cents ans après, la nomenclature chimique est devenue le langage universel des chimistes, un langage sans frontières. Mais un langage compris des seuls chimistes ne convient plus, dès lors qu'il s'agit de faire vivre la chimie en interaction avec des domaines extérieurs où naissent précisément les développements les plus utiles.

Il faut donc inventer de nouveaux langages et développer de nouvelles attitudes, plus ouvertes.

Je voudrais maintenant tenter de mettre en lumière l'importance croissante de l'impact de la science dans l'essor des technologies de l'industrie chimique.

En 1965, le gouvernement américain demandait à l'Académie des Sciences des Etats-Unis de faire le point des connaissances dans les disciplines de la chimie. Ce fut le rapport Westheimer qui n'eut d'ailleurs qu'une diffusion limitée.

Vingt ans plus tard, le gouvernement américain demanda la même étude. Il l'a confiée au Professeur George Pimentel. Cette synthèse remarquable, fondée sur le travail de plus de 350 scientifiques de toutes les disciplines touchant à la chimie, eut un grand retentissement.

George Pimentel a montré que les prévisions scientifiques de Westheimer, sur cette période de vingt ans, se sont toutes réalisées et même au-delà. C'est la première fois que l'on mettait en évidence une telle visibilité pour la démarche scientifique.

Pimentel a souligné ensuite le rôle central et capital de la chimie analytique puissamment aidée par le bond en avant de l'instrumentation. La capacité désormais offerte au chimiste de pouvoir accéder à la structure intime de la molécule lui ouvre des perspectives fascinantes pour la compréhension des phénomènes liés à la réaction chimique et aux propriétés de la matière.

Mais le constat certainement le plus important de G. Pimentel a porté sur le formidable accroissement de la puissance de l'expérimentation, expérimentation mieux dirigée et productrice de données sans cesse plus nombreuses et plus fiables.

Le chimiste dispose aujourd'hui d'un outil d'une efficacité exceptionnelle pour l'application de la connaissance scientifique à la création de nouveaux produits et de nouveaux procédés.

Parallèlement, l'industrie chimique a réalisé elle aussi de remarquables progrès.

Elle a maintenu une croissance régulière, très supérieure à celle des autres secteurs industriels, elle a beaucoup progressé dans la maîtrise des facteurs de risque, elle a appris à dominer mieux la qualité de ses produits tout en diversifiant ses gammes pour les adapter aux exigences du marché.

Nous sommes convaincus que la chimie connaîtra encore pendant de nombreuses années une expansion plus rapide que les autres industries parce qu'elle a des outils et des méthodes d'expérimentation d'une telle puissance qu'elle commandera le progrès technologique, non seulement dans son propre domaine, mais aussi dans la plupart des autres activités.

Les chiffres nous montrent que la chimie européenne tient aujourd'hui la première place mondiale devant celle des Etats-Unis et celle du Japon.

Ils nous montrent aussi que la chimie française est très liée à cette chimie européenne aussi bien pour ses ventes que pour ses achats.

Cette place de leader que doit conserver l'Europe de la chimie, c'est aujourd'hui notre défi.

Les entreprises chimiques ont introduit beaucoup de sévérité dans leurs choix stratégiques. Faire moins de choses pour pouvoir atteindre l'excellence et le développement international, telle est désormais la règle.



J.-M. BRUEL
directeur général de Rhône-Poulenc

Nous ne pouvons aborder la question de la formation des ingénieurs chimistes sans essayer d'imaginer les principaux enjeux et les défis auxquels l'industrie chimique sera confrontée dans le futur.

Je voudrais d'abord rappeler en quelques mots ce qu'est Rhône-Poulenc et quelle est sa vocation. L'activité du groupe s'exerce dans trois pôles d'activité pour lesquels il a affirmé sa vocation :

- les sciences de la vie (l'humain, le végétal et l'animal),
- les nouveaux matériaux et les spécialités chimiques,
- les grands intermédiaires.

Le groupe emploie plus de 83 000 personnes dans le monde (moitié en France, moitié à l'étranger), 10 000 cadres dont 1 400 femmes pour un chiffre d'affaires de 60 milliards de francs. Il investit fortement dans trois domaines :

- l'investissement industriel, 5,5 milliards de francs, chaque année (sans compter les acquisitions),
- la recherche, 3,6 milliards,
- la formation, 400 millions de francs environ.

C'est enfin, pour terminer cette courte présentation, un groupe international qui réalise environ 65 % de son chiffre d'affaires dans la grande Europe et 35 % dans le reste du monde, notamment en Amérique du Sud et en Amérique du Nord. Cette implantation internationale permet à Rhône-

Vouloir l'excellence, c'est une belle ambition mais une ambition difficile. Plus que jamais la réussite sera celle des hommes, d'hommes bien formés, bien préparés pour des enjeux exceptionnels.

A la stratégie des entreprises doit nécessairement répondre une stratégie de la formation.

Il faudra des ingénieurs de haut niveau professionnel pour l'excellence, mais il faudra aussi qu'ils soient capables de s'adapter à l'évolution rapide de la technologie.

Deux exigences apparemment contradictoires qui nous imposent la recherche de solutions originales, recherche qui ne peut bien se faire que dans une étroite concertation entre industriels et formateurs, car il s'agit d'accorder les ambitions des uns et des autres.

Face à la complexité, la bonne réponse n'est pas dans la multiplication des initiatives. C'est au contraire l'occasion de resserrer les rangs et de mieux organiser la réflexion.

Je voudrais, à ce propos, saluer ici le Club Gay-Lussac, créé sous la forme d'une association du type loi 1901, qui rassemble autour des directeurs des écoles de chimie la Société de Chimie Industrielle, la Société Française de Chimie, l'Union des Industries chimiques, le Comité d'Etude pour la Formation des Ingénieurs et l'Union des Associations des Anciens Elèves de Chimie.

Le Club Gay-Lussac s'est déjà mis activement au travail. Souhaitons-lui de jouer le rôle du premier cristal autour duquel se développera harmonieusement notre unité.

Poulenc d'avoir une balance commerciale positive qui représente environ 15 à 18 milliards de francs chaque année.

Nous pouvons classer les principaux enjeux et défis en trois catégories :

- l'évolution industrielle,
- les nouveaux champs de développements,
- la dimension marché.

L'évolution industrielle

L'industrie chimique poursuivra la modernisation et l'automatisation de ses installations. En effet, les exigences de qualité, aussi bien des produits que du respect de l'environnement, nous obligeront à avoir des organisations et des installations extrêmement fiables et, par conséquent, à poursuivre un effort de modernisation et d'automatisation qui nous amènera à faire appel à des techniques extrêmement variées et de plus en plus complexes dans le futur.

Le temps où la sécurité et l'environnement étaient le sujet que l'on abordait lorsque l'on avait résolu tous les autres est terminé. Aujourd'hui, dans la recherche d'un procédé, la sécurité de l'environnement prend sa place au tout début du processus. Nous devons, dès la conception, rechercher des technologies propres, éliminer les sous-produits ou les réutiliser, limiter au minimum le problème des effluents et des déchets.

Il faut, enfin, prévoir l'introduction des nouvelles technologies et des nouveaux procédés. C'est, bien sûr, les biotechnologies pour un groupe comme le nôtre ; c'est aussi les techniques de séparation et de purification. Dans le domaine des nouveaux procédés, les progrès en catalyse hétérogène et catalyse homogène seront prépondérants.

Les nouveaux champs de développement

D'abord au niveau des produits, Rhône-Poulenc est fortement engagé dans le domaine de la santé, de l'agrochimie, des spécialités et des matériaux, etc. Dans tous ces domaines les exigences de la clientèle et des nouvelles applications nous amènent sans cesse à produire de nouvelles molécules.

J'ai choisi deux exemples pour illustrer mon propos :

— le premier dans l'agrochimie. Vous savez que les produits issus de l'« agrochimie » sont essentiels à l'agriculture mais, en même temps, relativement mal admis par le grand public. Il est essentiel de réduire la quantité de ces produits répandus sur le sol. Nous avons donc développé, et nous sommes amenés à développer, chaque fois que c'est possible, la séparation de l'isomère actif du produit total. Le but final étant évidemment de répartir sur le champ le minimum de produit utile et d'éviter une concentration des isomères non actifs dans le sol ou dans les eaux de ruissellement.

— le deuxième exemple a trait à l'évolution de l'industrie alimentaire. Les produits congelés ou prêts à l'emploi nous ont amenés à développer toute une série de nouvelles molécules qui permettent la stabilisation et la conservation des produits.

Quand on parle de nouveaux champs de développement, il est impossible de ne pas évoquer le développement des nouveaux matériaux.

Il s'agit d'un domaine en plein essor. Outre des polymères banals, Rhône-Poulenc a un fort développement dans les plastiques techniques ainsi que dans les polymères et résines à hautes performances. L'objectif est d'obtenir des caractéristiques particulières comme le non-feu, la résistance aux chocs, la résistance à haute température, etc. Nous avons des programmes de recherche et développement importants dans des domaines comme les alliages, les composites et, enfin, les céramiques aussi bien pour la supraconductivité que pour les précurseurs des matériaux pour l'électronique.

Toujours dans les nouveaux champs de développement, on peut citer le génie génétique qui est déjà présent dans le domaine végétal. Rhône-Poulenc a déjà réalisé des semences résistant aux maladies par manipulation génétique. Nous avons aussi réalisé des espèces végétales qui, par l'introduction d'un gène spécifique, sont capables de résister à certains agents chimiques.

La dimension marché

Cette dimension est extrêmement importante et s'impose à nous. Nous devons toujours être plus performants et, en particulier, nous aurons à répondre aux nouvelles exigences de qualité. Dès à présent, nous nous apercevons que les exigences du marché nous amènent à sophistication considérablement nos lignes de produits.

Nous devons accentuer l'approche client-produit-marché. Le temps où nos organisations étaient totalement dictées par la logique de la filière produit est fini. Aujourd'hui, nous devons être à l'écoute du marché et adapter nos organisations à la structure du marché.

Cette approche nous amènera à développer encore plus une implantation industrielle mondiale. Pour tous les produits que nous développons, les frais de recherche, les frais de développement, les frais de marketing sont considérables. Il est donc essentiel de pouvoir valoriser toutes ces dépenses sur le plus large marché possible. Et il faut donc rechercher les marchés partout où ils se trouvent.

Je prendrai un exemple simple. Nous avons, il y a quelques années, découvert un fongicide pour l'hévéa. Ce fongicide sorti de nos laboratoires de synthèse organique a montré une activité biologique certaine. Nous avons donc engagé le processus de développement puis de commercialisation. Commercialiser ce produit, c'est aller vendre dans les zones où pousse l'hévéa !

Ces enjeux et ces défis qui s'imposent à l'industrie chimique auront des incidences sur l'ingénieur chimiste. Tout d'abord, il devra avoir un niveau de compétence technique encore plus élevé. Il n'est pas nécessaire de s'étendre sur ce point. L'ingénieur chimiste devra aussi intégrer parfaitement l'introduction de l'informatique, des systèmes experts, de l'intelligence artificielle et de toutes les techniques modernes auxquelles nous serons confrontés.

Il devra, aussi, être capable d'associer plusieurs compétences. On dit communément que l'innovation se fait et se fera à l'intersection des disciplines, c'est de plus en plus vrai dans notre métier de chimiste.

Nous pouvons prendre, à titre d'exemple, l'industrie pharmaceutique. Pour créer un médicament, il faut associer la synthèse chimique, l'analyse, la biochimie, la pharmacologie, la biologie moléculaire et cellulaire, la toxicologie, la biodynamique et j'en oublie certainement.

L'ingénieur chimiste devra aussi avoir le sens de l'approche marché et une certaine sensibilité aux problèmes de marketing. J'ai expliqué pour quelles raisons dans le début de mon exposé.

Sa mobilité sera accrue, que ce soit à travers des changements de métier ou à l'occasion de mutations géographiques.

Comme je vous l'ai dit, il faut être présent là où se trouvent les marchés, tant sur le plan commercial qu'industriel.

Toute mobilité géographique exige une maîtrise des langues. C'est aussi savoir accepter d'autres cultures, savoir s'exprimer, accepter les différences.

Enfin, l'ingénieur chimiste devra être ouvert aux nouvelles formes de management. En effet, le succès dépendra plus que jamais de la motivation des équipes. Pour cela, il faudra savoir animer, il faudra savoir communiquer, et faire participer.

En conclusion, j'ai essayé de vous montrer qu'il existe dans nos métiers de nombreux défis, de nombreux enjeux et donc de nombreuses opportunités. Pour les relever, l'ingénieur chimiste devra être demain encore plus professionnel et sa formation devra tenir compte de toutes les évolutions prévisibles.



G. GAILLARD
président du directoire, Société Française Hoechst

C'est avec un double inconvénient que je prends la parole en second. D'abord, j'interviens après le représentant de la première société française. Ensuite, après quelqu'un qui a tout dit.

Heureusement, je pense avoir un petit privilège, c'est d'être responsable d'une société franco-allemande qui exerce, comme vous le savez, des activités commerciales et de production en France, et a, par ailleurs, comme « sœur », Roussel-Uclaf. Il m'est ainsi donné de fréquenter quotidiennement des collègues allemands, de voir les différences entre les deux types de formation et de comportement.

J'évoquerai ce sujet au cours de mon exposé. Mais tout d'abord, je voudrais revenir rapidement sur les points qu'a mentionnés M. Bruel concernant l'évolution de la chimie de demain.

Je retiendrai surtout six points.

- En premier lieu, indiscutablement l'impact grandissant de l'informatique, de l'automatisation dans les procédés de la chimie et dans toutes les industries qui sont nos clients.

- En second lieu, l'importance de plus en plus grande des facteurs socio-économiques. On a parlé de la qualité, je voudrais parler également de la sécurité, de la prolifération des réglementations dans le domaine de la sécurité et de l'environnement, dans son sens le plus large.

- Un troisième point qui me paraît essentiel est la pénétration de plus en plus grande de la chimie dans toutes les activités en aval, et la complexité croissante de ces activités. Les exemples sont nombreux. Il suffit de penser à la communication, aux fibres optiques, aux céramiques, aux disques optiques.

- La conséquence de cette complexité est la pluridisciplinarité, quatrième point, dont on ne saurait trop souligner l'importance. L'activité chimique de demain, en amont et en aval, fera intervenir des groupes de projet en associant la recherche/développement, le marketing, la production, mais également les financiers, les gestionnaires et bien d'autres fonctions de l'entreprise. Il est clair par exemple que, sans une telle association, il ne sera plus possible de développer un médicament nouveau. Mais il en sera de même dans d'autres secteurs, par exemple dans les détergents, où le chimiste sera de plus en plus confronté à des problèmes de marché, d'environnement, de réglementations : recherche d'additifs en vue de remplacer les polyphosphates, amélioration de l'activité des détergents à basse température, bref, recherche de l'adéquation de la formule à son usage. Le chimiste deviendra ainsi d'abord un « formulateur » et devra accepter de travailler dans « l'application ». Pluridisciplinarité donc, mais également chimie de formulation.

A cet égard, il est intéressant de souligner que la pluridisciplinarité, le travail en commun ne seront véritablement fructueux que si parallèlement émergent au sein de l'entreprise, à côté des hommes de savoir et de savoir-faire, des responsables chargés de catalyser et de gérer les relations entre ces spécialistes, de jouer le rôle de médiateur.

- Mon cinquième point, qu'avait également évoqué M. Bruel, est l'importance des procédés. Elle a conduit à la formation récemment du Groupe Français de Génie des Procédés, dont j'ai été nommé président. Cette création nous est apparue nécessaire, notamment parce qu'il sera de plus en plus difficile de trouver de nouvelles molécules dans l'avenir. Ce qui différenciera une société d'une autre, ce sera le prix de revient, la technologie.

Il y a des exemples éloquentes. Prenons le cas du paracétamol. C'est une molécule ancienne, bien connue, dont nous avons réussi les uns et les autres, grâce à de nouvelles technologies, à diminuer le prix de revient. Rhône-Poulenc y a beaucoup travaillé, Hoechst également. Et ce qui est valable pour un produit ancien, l'est également pour tous les produits nouveaux de la chimie organique, si sophistiqués soient-ils.

Vous développez une nouvelle matière active. Vous avez l'impression d'avoir un produit vendable à 500/600 F le kg. Et vous vous apercevez après quelques semaines qu'un Japonais ou un Américain vient sur le marché. Qu'est ce qui va nous distinguer de ce compétiteur ? C'est encore une fois la technologie, le prix de revient. Donc le procédé.

- Enfin, je voudrais — et ce sera le dernier point — insister sur l'internationalisation des marchés. L'ouverture du grand marché européen de 1992-1993 pose tout simplement le problème de la mobilité, de l'adaptabilité, et en premier lieu le problème des langues. Mon activité dans une société internationale me permet à cet égard d'être particulièrement net : nos collègues allemands connaissent remarquablement mieux que nous l'anglais et, la plupart du temps, parlent mieux le français que nous l'allemand.

Quelles conséquences tirer de cette évolution sur le plan de la formation ?

J'en retiendrai trois, parce qu'elles me paraissent fondamentales.

- D'abord et puisque nous venons de parler des langues, j'insisterai sur l'importance de l'anglais, langue commune de la communauté scientifique. Sa connaissance est avant tout un problème de formation. Des progrès ont été sans doute accomplis, mais on ne saurait trop le rappeler : c'est d'abord cette connaissance qui ouvre les marchés.

- Ensuite, je soulignerai la préparation à l'activité pluridisciplinaire. Je crois que nos écoles de chimie doivent également parler un peu des autres disciplines que j'ai évoquées. Certes, la base est d'abord la chimie. Formons d'abord des chimistes, mais des chimistes ayant une ouverture sur les problèmes de marché, de marketing.

- Enfin, « last but not least », j'aimerais, parce que c'est ce qui nous distingue le plus de nos amis allemands, insister sur l'importance de la formulation, l'importance des relations entre les propriétés des produits et l'analytique, dont parle M. Fillet. Outre-Rhin, il n'y a rien de dévalorisant à faire de la formulation. Chez nous, l'activité noble reste l'activité fondamentale. Nos ingénieurs trop férus de mathématiques et de physique répugnent à faire des travaux répétitifs, à exercer

une activité qu'ils considèrent de second ordre. On en voit bien le résultat, nous avons de belles idées, une créativité extraordinaire, mais très souvent, nous échouons devant le marché. Là également, le remède se situe d'abord au niveau de la formation, des programmes.

Le maître mot sur lequel j'aimerais conclure, c'est « adaptabilité ». Adaptabilité des ingénieurs devant les mutations qui se présentent. Adaptabilité au travail dans des équipes pluridisciplinaires. Adaptabilité au monde de demain, qui est un monde international dans lequel la connaissance des langues sera déterminante. Et enfin, adaptabilité de nos éco-

les qui devront de plus en plus prendre en compte le marché parce que c'est quand même là qu'est notre richesse. Les belles molécules, je le dis souvent à mes collaborateurs, ça ne sert à rien, ça reste dans les tiroirs. Il faut les vendre. Et de plus en plus, on les vendra non en tant que molécules, mais en tant que faisant partie d'une formulation qui intéresse nos clients.

Voilà les principaux thèmes de réflexion que je souhaitais vous présenter.

Nous aurons certainement l'occasion d'y revenir au cours de la journée.

J. MINOUX

directeur de la recherche, du développement et de l'innovation, Atochem



Tout à l'heure, M. Fillet a évoqué la complexité de plus en plus grande de la chimie et les problèmes étudiés récemment : relation structure-propriétés, évolution des procédés, conduite centralisée des procédés industriels, etc. On a parlé également d'internationalisation, des problèmes de sécurité, d'environnement. On a évoqué beaucoup de choses nouvelles qui théoriquement devraient être enseignées aux jeunes ingénieurs. Alors je crois qu'il faut réagir contre la tentation qui consisterait à se dire que, dans les trois ans d'école d'ingénieurs, il faudrait bien donner des notions dans tous ces différents domaines à nos chers jeunes ingénieurs.

Certaines écoles de chimie se spécialisent ou offrent un système de tronc commun et d'options. Je pense que c'est une solution que l'on aura sans doute l'occasion d'examiner au cours de ces deux journées. Il faut bien voir aussi que, dans nos entreprises chimiques industrielles, les ingénieurs chimistes ne sont pas les seuls ingénieurs à travailler.

Ainsi dans ma société, par exemple, on compte 400 ingénieurs diplômés d'écoles de chimie sur un total de 1 200 cadres environ.

Lorsque nous cherchons à embaucher des jeunes ingénieurs chimistes, que leur demandons-nous ? Eh bien, je crois que nous leur demandons d'abord de savoir bien faire leur premier métier. Dans l'industrie de la chimie quels sont les premiers métiers où l'on peut faire appel à des ingénieurs débutants ayant une formation de chimiste ? Il y a d'abord tous les secteurs de la recherche et du développement où sont demandées des compétences en matière de synthèse, de génie chimique, de formulation, etc.

Notons au passage que les ingénieurs débutants ne savent pas toujours bien aborder les problèmes de chimie appliquée, notamment de définition de formulations et de conditions d'applications. Il faudrait réfléchir à la formation correspondante.

Ensuite, il y a des ingénieurs qui vont rentrer directement en procédé, soit sur des pilotes, soit dans des services de développement de procédés. D'autres démarreront en fabrication.

Il y a enfin des ingénieurs chimistes qui débiteront dans des métiers de développement de produits sur les marchés et d'assistance à la clientèle.

Voilà les premiers métiers techniques auxquels, à mon avis, devraient être bien formés les ingénieurs chimistes qui sortent des écoles et qui se destinent à l'industrie chimique.

Mais, allez-vous me dire, des compétences autres que techniques leur seront demandées en général au cours de leur carrière. Je pense qu'il ne faut pas essayer au niveau de l'école de chimie de leur donner toutes les formations correspondantes comme : « marketing, études des problèmes économiques, etc. ». Je crois qu'il faut miser plutôt sur un phénomène relativement nouveau qui est le développement de la formation continue. Je pense que pour ne pas saturer les jeunes élèves ingénieurs, il faut, je le répète, les former à leur premier métier. Cela implique d'ailleurs une certaine spécialisation des écoles ou des systèmes d'options. Cela implique aussi de développer l'aptitude à assimiler d'autres formations. Cela peut conduire à certaines initiations dans des domaines bien choisis, mais sans vouloir trop en faire.

Il faut savoir que ces ingénieurs chimistes, lorsqu'ils seront dans la vie industrielle, pourront être amenés à suivre deux types de carrière. Une carrière d'expert technique ou une carrière de manager. Le manager aura certainement besoin de formation continue pour renouveler et approfondir sa compétence technique.

A ce propos, soulignons ici la nécessité dans l'industrie de bien reconnaître la valeur des experts techniques, car à notre avis elle ne l'est pas assez. Les bons experts scientifiques et techniques ne sont pas assez incités à rester dans leur métier pourtant si précieux pour l'entreprise.

Si nos bons ingénieurs sont trop incités à aller de préférence vers les carrières de management les plus en vue, nos entreprises risquent de disparaître face à celles qui auront su développer et conserver leur potentiel scientifique et technique si long à obtenir.

Plusieurs mesures devraient pouvoir être proposées pour éviter ce phénomène. Soulignons de ce point de vue combien, pour certains de nos experts scientifiques et techniques, des périodes dans des postes d'enseignant et/ou de chercheur dans des organismes publics pourraient contribuer à leur formation et à leur épanouissement.



S. TCHURUK
président directeur général, Orkem

La difficulté, lorsque l'on parle le dernier et que tout a déjà été dit et fort bien dit, c'est d'apporter un élément constructif au débat. C'est pourquoi je vous proposerai quelques réflexions sur le comportement et les qualités humaines qui me paraissent nécessaires pour réussir dans l'industrie, et en particulier dans l'industrie chimique.

La première remarque porte sur le fait que, dans nos groupes chimiques, les métiers de la chimie *stricto sensu* ne dépassent pas 20 à 25 % du total des postes offerts par l'entreprise, même si la proportion de chimistes embauchés est de l'ordre de 50 % des recrutements. En d'autres termes, les jeunes recrutés n'exerceront pas un métier de chimiste, sauf en toile de fond. On fait de la chimie en recherche, dans les directions techniques, mais déjà, au stade de la fabrication, on commence à s'en éloigner. En fait, ce que l'on attend avant tout des responsables de fabrication en usine, ce sont des qualités de leadership, l'aptitude à mener des équipes, à déléguer, le sens du commandement et, « last but not least », le sens de la communication.

Sur ce point, en particulier, je remarque que l'une de nos grandes difficultés dans l'industrie, c'est de savoir faire passer dans la réalité les principes et les idées, savoir les « vendre », à l'intérieur de l'entreprise aussi bien qu'à l'extérieur, comme dans tout bon marketing. Nous avons besoin de gens qui soient capables de s'exprimer ; or l'un des défauts les plus fréquemment constaté parmi les jeunes rejoignant les entreprises, c'est que leur sens de la communication, leur faculté d'expression ne sont souvent pas très bons. Cela vient me semble-t-il, en partie d'un défaut dans la formation qui peut-être ne fait pas suffisamment appel aux qualités d'initiative des individus pendant les études, et en partie d'un manque d'entraînement. La communication, cela s'apprend, à condition bien sûr d'y avoir un minimum d'aptitude.

La deuxième observation découle de la précédente : il faut préparer les jeunes à ce que j'appellerai l'adaptabilité, aussi bien dans l'entreprise que dès leurs études. Les jeunes ingénieurs qui entrent dans l'entreprise sous-estiment toujours fortement le rythme du changement auquel ils seront soumis. A quoi sont dus ces changements ?

En premier lieu, l'entreprise dans laquelle ils vont entrer va changer, surtout s'ils y passent une longue période. Je connais peu d'entreprises chimiques qui n'ont pas eu, à un moment ou à un autre de leur vie, une évolution profonde. On parle souvent de spécialités ou de chimie de base. En fait, le métier de base est foncièrement différent du métier de la

chimie de spécialités. Or, nous avons tous été confrontés un jour ou l'autre au drame d'hommes excellents dans un type de métier et qui sont incapables d'en assimiler un autre.

En second point, pour progresser dans l'entreprise et parvenir à des postes de responsabilité, il faudra de plus en plus être passé par un cursus diversifié. Une carrière bien menée sous-entend, à différentes étapes, des changements parfois radicaux. Il ne faut pas qu'un chimiste hésite à faire du contrôle de gestion ou de la finance. Or, nos jeunes chimistes ont parfois une certaine réserve à jouer le jeu, se considérant comme trop « techniciens » face à un HEC ou à un généraliste.

Le troisième type de changement est lié à la mobilité géographique. Heureusement, beaucoup d'entreprises françaises maintenant ont une dimension internationale et, comme tout groupe international, offrent des possibilités de postes à l'étranger. Il est essentiel, dans la mesure du possible, et les langues ne doivent pas être un obstacle, de rechercher ce type d'expérience. Vivre un certain nombre d'années à l'étranger change radicalement les comportements humains, donne une ouverture d'esprit, un sens de l'écoute remarquables qui constituent des avantages tout à fait considérables dans le métier que l'on aura ensuite à assumer.

Le quatrième changement possible est celui qui consiste à changer d'entreprise, ce qui peut aussi arriver. Il est des moments dans l'existence de l'ingénieur où changer d'entreprise est enrichissant, indépendamment d'éventuelles difficultés de l'entreprise. C'est ainsi que l'on acquiert le sens de gérer sa carrière, en faisant preuve de souplesse, de flexibilité.

Voilà, en quelques mots, les comportements qu'il me paraît important de développer chez les jeunes qui arrivent aujourd'hui dans nos entreprises : la faculté de s'exprimer, la faculté de communiquer, l'adaptabilité au changement, la recherche du changement. Il faut aider nos ingénieurs à avoir ce type de comportement dans le futur. Non seulement dans leurs études et dans l'entreprise, mais également dans leurs activités extraprofessionnelles. Ceux qui participent à des activités associatives, ceux qui animent des efforts collectifs accumulent une expérience qui favorise leur insertion dans l'entreprise. Il appartient à nos éducateurs de leur laisser saisir ces opportunités, de les y pousser et de toujours développer le sens de l'initiative auprès des jeunes. C'est la qualité que j'apprécie le plus et qui nous fait encore un peu défaut.

Importance de l'image de la chimie pour l'avenir de cette discipline

F. GALLAIS
membre de l'Institut,
président du Comité National de la Chimie



L'image de la chimie, c'est-à-dire la manière dont la chimie est perçue à l'extérieur de son milieu, est un des éléments qui conditionnent l'avenir de notre discipline.

— Sur le plan général tout d'abord, cette image doit être bonne si l'on veut que les efforts de promotion réalisés à tous les niveaux soient encouragés et que toutes les formes de demandes de moyens, que l'on peut être amené à formuler, soient bien reçues. Il est bien clair en effet que, même au plus haut niveau, les preneurs de décisions ne peuvent, quelles que soient leurs convictions personnelles, ignorer totalement l'opinion publique.

Et cela est vrai, qu'il s'agisse d'octroyer des crédits pour la recherche, de créer des enseignements ou d'autoriser des implantations ou des agrandissements d'usines.

— Sur le plan de la formation des ingénieurs, d'autre part, il va sans dire que le niveau de la formation qui peut être dispensée et surtout le profit avec lequel celle-ci est reçue dépendent directement de la qualité des élèves ingénieurs. Il faudrait donc que la chimie soit assez attrayante pour que, au sortir de l'enseignement secondaire, certains des meilleurs éléments se dirigent spontanément ou soient orientés vers ce secteur scientifique et industriel.

Or, nous le savons tous, sur un plan comme sur l'autre, les choses sont loin d'être ce que nous souhaiterions qu'elles soient.

Dans le public, même cultivé, l'image de la chimie est déplorable ; de graves accidents industriels, comme la catastrophe de Seveso ou la pollution du Rhin à Bâle, sans parler même des applications militaires ou du problème des déchets, ont fait apparaître la chimie comme un danger public. Les pluies acides, les marées noires, les trous du manteau d'ozone atmosphérique, l'essence au plomb, les poissons japonais gorgés de mercure ont apporté de l'eau au moulin des écologistes et contribué à établir l'idée que les activités chimiques, même lorsqu'elles ne conduisent pas à des accidents majeurs, contribuent au premier chef à la ruine de notre environnement. Pour les besoins de cette thèse, même l'industrie nucléaire est souvent prise en compte.

Quant aux membres de l'enseignement secondaire, qui classent leurs élèves pour une large part en fonction de leur aptitude aux mathématiques les plus abstraites et qui sont encore largement influencés par la classification d'Auguste Comte, ils s'intéressent peu aux écoles d'ingénieurs universitaires. Au surplus, ils ignorent le plus souvent la place essentielle que l'industrie chimique occupe en France comme dans le monde entier et ils n'orientent vers la chimie que ceux de leurs élèves qu'ils jugent incapables de faire mieux !

Rien d'original dans le tableau que je viens de tracer et que tous, ici, nous connaissons bien. Mais, dans une table ronde consacrée aux perspectives ouvertes à la chimie, il m'a paru cependant indispensable de rappeler tout ceci afin de poser la question de savoir ce que tous, industriels et universitaires, nous pouvons et devons faire pour tenter d'améliorer cette situation. Certes, de nombreux efforts ont déjà été déployés à cet effet, mais ils ont toujours été trop ponctuels, trop isolés et insuffisamment coordonnés pour être à la hauteur des besoins.

Pour ouvrir la discussion, je voudrais, si vous le permettez, formuler quelques idées simples :

a) Le rôle des médias, s'agissant de l'opinion de l'homme de la rue, est tout à fait fondamental. Or, d'une façon très générale, il est clair que ceux-ci ne font pas à l'information scientifique la place qu'elle mérite. Il est intéressant de signaler à cet égard que le ministre de la Recherche, Hubert Curien, vient de demander à Monsieur Audouze, un rapport consacré à l'étude approfondie de la place que doit avoir la science à la télévision et que l'Académie des Sciences, à l'occasion de ce rapport, s'est également saisie de ce sujet. Mais pour ce qui est de la chimie, le problème n'est pas seulement quantitatif, il est aussi qualitatif, car tant en ce qui concerne l'écrit que l'oral ou l'image, il n'est fait allusion presque exclusivement qu'aux aspects négatifs de l'activité chimique. Il faudrait que nous obtenions que les aspects positifs en soient également évoqués assez fréquemment et avec assez d'insistance pour que le grand public comprenne de quel côté penche en réalité le fléau de la balance. Il faudrait lui faire réaliser que les inconvénients qui lui sont décrits à longueur d'année sont le prix à payer pour jouir de bienfaits fondamentaux dans des domaines aussi essentiels que l'alimentation et la santé, pour ne rien dire des textiles artificiels, des plastiques, des matériaux composites, etc.

Sans doute, faudrait-il également obtenir des articles et des émissions qui montrent les efforts importants déjà accomplis pour lutter contre la pollution, celle de l'eau, celle de l'air en particulier, et en revanche fassent reconnaître que, si la chimie est souvent cause de pollution, elle est la seule à permettre de faire disparaître des pollutions dues à des activités entièrement différentes.

Pour tout cela, articles, conférences de presse, interviews répétés à longueur d'année, etc., semblent seuls susceptibles d'avoir, avec le temps, un effet sensible ; mais cet effort qui requiert la participation de tous devrait être planifié sur une grande période pour offrir une chance quelconque d'efficacité.

b) Pour ce qui est de l'image de la chimie dans l'enseignement secondaire, il faudrait sans doute que beaucoup d'entre nous, suivant en cela l'exemple de bien des directeurs d'écoles d'ingénieurs, multiplient les conférences données dans les lycées, généralement aux élèves des classes de préparation, mais peut-être aussi en classes terminales, pour expliquer ce qu'est devenue notre discipline. Il serait indispensable de souligner qu'elle est maintenant une science exacte, rationnelle, reposant sur des bases théoriques très sûres et qu'elle n'a plus beaucoup à voir avec la science descriptive, du type de certaines sciences naturelles auxquelles elle est encore trop souvent assimilée.

Sans doute devrions-nous aussi prêter plus d'attention et collaborer plus largement à la rédaction des manuels scolaires pour qu'ils reflètent mieux cette situation et, à cet égard, j'aimerais faire une suggestion. C'est d'obtenir des pouvoirs

publics que le temps consacré à la préparation d'ouvrages d'enseignement soit pris en compte, au moins partiellement, dans les horaires de service. C'est une pratique qui a cours aux USA depuis plusieurs décennies alors qu'elle n'a jamais été envisagée chez nous et c'est certainement l'un des facteurs de la situation fort différente dans laquelle se trouve l'édition scientifique dans nos deux pays.

Mais il ne suffira pas de montrer aux lycéens et à leurs maîtres ce qu'est devenue la chimie sur le plan scientifique. Car ils savent moins encore ce qu'elle est sur le plan industriel, la puissance qu'elle représente et les perspectives d'emploi et de carrière qu'elle offre aux futurs ingénieurs. C'est là un aspect essentiel du problème et c'est naturellement aussi celui que nos amis industriels seraient le mieux placés pour développer dans les exposés dont ils voudraient bien prendre eux-mêmes la responsabilité.



C. FRÉJACQUES
membre de l'Institut, président du CNRS

Je voudrais axer mon intervention essentiellement sur l'évolution des besoins en matière de formation de chimistes vue sous l'angle d'un organisme de recherche comme le CNRS. Il s'agit probablement d'une préoccupation un peu différente de celle du milieu économique auquel la plupart d'entre vous appartenez, bien qu'elle préfigure des besoins industriels des années futures.

Au CNRS, nous embauchons chaque année une cinquantaine de chimistes titulaires d'un doctorat donc déjà spécialisés.

Nous recherchons d'abord chez nos jeunes chercheurs des qualités d'imagination et de créativité. Nous ne saurions jamais trop insister auprès des écoles d'ingénieurs pour qu'elles développent ces deux aspects traditionnellement propres à la formation universitaire.

Notre recherche couvre tous les domaines de la chimie, mais, d'une manière générale, une bonne formation en chimie physique (théorie de la liaison, cinétique, cristallographie...) est un aspect très important chez nous.

Nous ne trouvons pas toujours parmi nos chercheurs, lorsqu'ils commencent leur carrière une bonne connaissance de l'informatique qui aille du traitement de texte à l'utilisation de banques de données.

Nous avons de plus en plus besoin de personnel bien formé en simulation et en imagerie comme, par exemple, la représentation de molécules dans l'espace. Nous avons aussi besoin de bonnes formations dans les domaines à l'interface de la chimie et de la biologie.

Je pense qu'il faut une réflexion dans les écoles d'ingénieurs dans ces domaines. Certaines écoles l'ont faite, ainsi que certaines universités qui forment à la fois de bons chimistes organiciens avec des connaissances en structure, en cristallographie ainsi qu'en chimie enzymatique. L'industrie pharmaceutique a besoin de telles formations afin de répondre aux problèmes qui se posent actuellement.

D'ailleurs des chercheurs du CNRS, huit à dix par an en chimie, partent pour des séjours dans l'industrie. Leur nombre est encore insuffisant.

Nous avons des demandes pour des personnes ayant des qualités de généralistes et parfois pour des formations assez pointues, principalement dans les domaines à l'interface de la chimie et de la biologie.

Une des difficultés que nous avons actuellement est une diminution des chercheurs issus des bonnes écoles de chimie postulant au CNRS. Sans doute cela provient-il du fait que le marché des chimistes se porte bien et que la concurrence avec l'industrie est vive. D'ailleurs dans le domaine de l'informatique, le CNRS a de grosses difficultés à recruter du personnel.

Pour rejoindre l'exposé de mon prédécesseur, je pense que l'image de la chimie n'est pas toujours très bonne et que nous avons des difficultés liées à ce phénomène au niveau de la qualité des embauches que nous avons à l'intérieur de notre organisme. En résumé, je voudrais dire que nous avons besoin de personnel faisant preuve d'imagination et de créativité avec une bonne formation en chimie physique, informatique et interface chimie-biologie.

M. LAVALOU président de l'Université Technologique de Compiègne



Je serai bref, d'autant plus que je reprendrai un certain nombre de thèmes déjà évoqués précédemment. Je vais vous montrer ce que nous avons réalisé à l'UTC. Cela, je pense, devrait permettre de tracer quelques lignes de réflexions en soulignant les difficultés que nous avons rencontrées. Mais, tout d'abord, une première remarque : le fait d'être une jeune université de technologie est un avantage par rapport aux écoles plus anciennes et nous a permis de réaliser des expériences qui auraient été plus difficiles à concevoir dans une structure préexistante.

Tout d'abord le choix « interdisciplinarité » qui est essentiel. On évoquait par exemple tout à l'heure les rapports publiés par les américains en ce qui concerne l'évolution de la demande en chimie et « chemical engineering », en particulier le rapport Amundson qui met en priorité les frontières entre génie chimique et biotechnologie, électronique et photonique.

Nous avons donc associé à Compiègne quatre formations :

- génie mécanique,
- génie informatique,
- génie biologique,
- génie chimique.

Il ne s'agit pas de formations vraiment indépendantes, chaque unité de cours ou de travaux pratiques peut être utilisée par tous les étudiants quel que soit le département dans lequel ils préparent le diplôme d'ingénieur. Les chimistes comme les informaticiens suivent des cours de chimie ou des cours d'informatique ce qui permet un bon mélange et une approche interdisciplinaire beaucoup plus facile que dans d'autres établissements.

Ce matin encore, nous avons eu des exemples frappant d'interdisciplinarité : les remarques de M. Perrier concernant l'industrie automobile qui est appelée à être une forte consommatrice d'ingénieurs disposant de formation chimique, ou l'évolution de la formation dans le domaine des procédés bien sûr, mais aussi, comme l'a souligné M. Gaillard, dans le domaine produit, formulation et application. Ici aussi l'interdisciplinarité me paraît absolument nécessaire. Dans ce domaine d'ailleurs, il faudrait que nos chercheurs ne considèrent pas la recherche en formulation comme une recherche de second ordre : c'est aussi important que la connaissance d'une molécule chimique donnée.

Cette interdisciplinarité permet aussi d'atteindre la masse critique plus facilement que dans une école spécialisée. Nous atteignons les 400 ingénieurs par promotion à l'UTC.

Dans l'enseignement technologique supérieur, nous avons besoin d'avoir un large système de relations avec l'industrie pour que le « produit » que nous fabriquons soit aussi conforme que possible aux demandes du marché. Nous avons essayé et, je pense, réussi à Compiègne dans ce domaine.

Pour le recrutement de nos étudiants, le fait d'avoir échappé au système des concours et de recruter à différents niveaux, sur dossiers et entretiens, nous permet de sortir de la sélection par les mathématiques et d'avoir sans doute des étudiants avec des profils correspondant mieux à ce que recherche l'industrie, en particulier avec plus d'esprit d'initiative.

Nous cherchons également à développer nos relations avec l'industrie dans le domaine des stages et des projets. Nos étudiants passent finalement une année sur trois en dehors du

milieu universitaire (un stage d'un semestre complet en milieu industriel et un projet de fin d'études qui se fait soit en milieu industriel, soit dans une université étrangère).

Enfin, nos étudiants passent 20 % de leur temps dans le département « Technologie et sciences de l'homme », ce qui est indispensable pour compléter leur bagage technique par les connaissances générales nécessaires à leur futur métier d'ingénieur.

Les relations internationales sont fondamentales, nous devons former nos jeunes par des séjours à l'étranger. Nous sommes dans ce domaine en grand progrès puisque la dernière promotion sortante compte 36 % d'étudiants ayant passé au moins six mois à l'étranger (20 % au moins par an).

Pour aller plus loin, nous devons aussi recevoir des étudiants étrangers à l'UTC. Nous avons besoin de souplesse et d'ouverture de la part de notre administration car nous ne pouvons espérer développer ces relations si nous n'avons pas la possibilité d'un système de double diplôme. Dans ce domaine, beaucoup de progrès restent à accomplir compte tenu des différences de formation et de comportement en Europe même, et aux Etats-Unis.

Le cinquième point que je voulais aborder est celui de la formation « à » ou « par » la recherche : nous avons en France beaucoup d'efforts à faire en la matière.

Les statistiques de l'Industrial Research Institute aux Etats-Unis sont particulièrement éloquentes en ce qui concerne l'utilisation de chercheurs diplômés de chimie ou de « chemical engineering ». Dans la totalité de l'industrie américaine, 51 % des ingénieurs de recherche sont d'origine chimique ou chemical engineering. Nous avons donc dans ce domaine une réserve de développement et l'industrie française en général aura des besoins considérables à terme si elle veut effectivement faire évoluer ses produits comme le feront nos concurrents à l'étranger.

Je voudrais soulever aussi le problème de la formation continue, de l'entretien et du développement de la formation. Prenons l'exemple des systèmes experts dans les procédés ; il y a seulement dix ans, nous n'enseignions pas cette matière à l'UTC ou ailleurs. Il y a donc un effort particulier à faire dans nos établissements, en liaison avec l'industrie, pour la formation dans ces nouvelles disciplines. Nous devons penser, non seulement aux jeunes qui apparaissent sur le marché du travail aujourd'hui, mais aussi à la population qui se trouve employée dans l'industrie chimique ou autre et qui a un besoin considérable de formation et de recyclage. Là encore, je pense que nous sommes en-dessous de ce qui devrait être fait.

Je voudrais, enfin, faire sous forme d'adresse un certain nombre de demandes aux représentants de l'administration, d'une part, et aux représentants industriels, d'autre part.

Pour nos amis industriels, il est indiscutable que, pour avoir de bons ingénieurs, il faut dans nos écoles de bons étudiants, et pour cela certes l'image de marque de la chimie doit être améliorée, mais aussi, il faut que ces jeunes ingénieurs aient des perspectives de carrière au même titre que les « gestionnaires » par exemple.

La deuxième chose qui me paraît très importante, c'est de valoriser la formation par la recherche et je pense aujourd'hui à nos jeunes docteurs qui ne sont pas suffisamment

bien considérés, y compris au niveau financier, par nos entreprises. Il est tout à fait important qu'ils soient attirés par la plus value que cette formation peut leur donner lorsqu'ils rentreront dans l'industrie par la suite.

Nos collègues industriels devraient également accepter, plus qu'ils ne le font aujourd'hui, de participer à des actions de type coopératif dans certains domaines de recherche qui les intéressent et où la notion de compétitivité n'existe pas. Nos écoles d'ingénieurs n'arriveront pas à alimenter leur portefeuille de connaissances si les industriels ne nous aident pas.

A Compiègne, sur l'ensemble du budget consolidé de l'université qui est de l'ordre de 200 millions de francs, 40 % des financements viennent de contrats avec les entreprises. Mais ces contrats sont très orientés. Ils ne seront renouvelés que si nous avons des résultats concrets et précis. Nous avons besoin d'opérations coopératives pour que nous puissions continuer à acquérir des connaissances pour pouvoir continuer à répondre aux besoins de l'industrie.

Tournons nous maintenant vers nos collègues de l'administration. Je crois qu'il est tout à fait fondamental que la souplesse soit développée dans l'enseignement supérieur en France. Il ne doit pas y avoir de modèle unique, il faut permettre des expériences. L'UTC en est une : il faut en faire d'autres.

Nous sommes encore loin d'avoir les facilités nécessaires pour développer des relations avec les industriels, en particulier dans le domaine des échanges de personnes entre l'Université, les grandes écoles et l'industrie.

Prenons aussi l'exemple des allocations de recherche, il serait totalement aberrant d'uniformiser les systèmes de bourses de recherche. Là encore, il ne doit pas y avoir de modèle unique.

Enfin, et je me tourne vers Claude Fréjacques, car je crois que nous avons besoin de développer nos relations avec les organismes publics de recherche pour continuer à enrichir notre portefeuille de connaissances. Le système des unités associées est indiscutablement une ouverture importante pour le futur.

Ma dernière remarque concerne à la fois l'administration et les industriels. On nous demande de développer l'ouverture de nos jeunes ingénieurs à des domaines autres que la chimie (gestion, communication, etc.). Je crois, en effet, que c'est indispensable. Or aujourd'hui il nous est très difficile, dans les écoles d'ingénieurs ou universités de technologie d'obtenir des postes dans tous ces domaines. Ils apparaissent comme des préoccupations extérieures à nos écoles.

Là encore, je pense que la seule formule réside dans l'aide que les industriels peuvent nous apporter pour développer ces activités nouvelles. A Compiègne, à côté de nos quatre départements technologiques, nous avons un département « Technologie et sciences de l'homme » dans lequel nous donnons cette sensibilisation aux problèmes de sécurité, environnement, gestion, etc., aux jeunes ingénieurs. Mais nous n'aurons un enseignement de qualité qu'en le couplant avec des activités de recherche nécessitant des aides industrielles.

Je vous remercie de votre attention.



C. QUIVORON
directeur de l'ENSCP

Je tiens, tout d'abord, à remercier le Professeur J.-B. Donnet et ses collègues mulhousiens d'avoir organisé ce colloque, important à plus d'un titre. Tout à l'heure, Monsieur Perrier a indiqué dans son allocution que l'École Nationale Supérieure de Chimie de Mulhouse compte parmi les plus anciennes écoles de chimie de France. C'est, en réalité, la plus ancienne et, pour ma part, je me réjouis que cet honneur revienne à Mulhouse, à l'occasion de ce colloque.

Je suis directeur d'une École Nationale Supérieure de Chimie, mais il serait malvenu que je profite de mon intervention à cette table ronde, pour la particulariser. Je souhaiterais m'exprimer ici au nom de tous ceux qui participent à la formation des ingénieurs chimistes dans nos écoles.

Il est clair que tous les points qui vont être évoqués pendant ces deux journées nous préoccupent : l'image de marque de la chimie, la qualité du recrutement dans nos écoles, les analyses qualitative et quantitative des formations, les relations avec le secteur industriel, la formation par la recherche.

Certains d'entre eux me tiennent particulièrement à cœur. C'est le cas, par exemple, de l'analyse qualitative de la formation. Le cursus des écoles (3 ans, en général) résulte plus d'un compromis difficile que d'un réel choix entre les disciplines : mathématiques, physique, informatique, chimie, génie chimique, anglais, autres langues étrangères, économie, communication, etc. La grande force des ingénieurs chimistes

français est ce caractère généraliste et polyvalent de leur formation, comme viennent de le souligner nos amis de l'industrie. Ce colloque vient à point pour analyser et améliorer encore la qualité de la formation de nos ingénieurs.

La formation par la recherche est également un problème qui me préoccupe. A la suite d'une statistique que j'ai menée l'an dernier, pour le CNRS, il apparaît qu'un ingénieur chimiste sur quatre environ prépare actuellement une thèse. Cependant, ce pourcentage diffère notablement d'une école à l'autre, si bien que je me demande souvent si ce sont toujours les « meilleurs » ingénieurs qui sont formés par la recherche ? Le niveau moyen des bourses de thèse, celui de l'embauche de l'ingénieur docteur ainsi que son plan initial de carrière dans l'industrie sont des problèmes importants à discuter, mais je m'arrête là car Monsieur L'Eplattenier y reviendra au cours de la seconde journée.

Je souhaiterais évoquer ici, en accord avec le Président J.-B. Donnet, l'analyse quantitative de nos formations, c'est-à-dire le flux annuel des ingénieurs chimistes français et les problèmes qui s'y rattachent.

Tout d'abord, en ce qui concerne le flux des techniciens supérieurs (niveau Bac + 2, soit 20 ans), il a été délivré, pendant l'année 1987, 173 BTS en chimie, 204 en biochimie et 35 en biotechnologie, ces derniers de création récente. Il n'y a pas eu d'augmentation notable des BTS par rapport à 1986. Au niveau des DUT (14 départements en chimie et 3 en

génie chimique), le nombre de diplômes délivrés, en 1987, a été de 1.049 : 882 en chimie et 167 en génie chimique. Par rapport à 1986, le nombre de DUT en génie chimique s'est accru de 15 % et devrait augmenter encore, au cours des prochaines années. En définitive, le nombre de techniciens supérieurs (BTS + DUT) se situe actuellement entre 1 250 et 1 300, si l'on compte certains des BTS de biochimie.

Le flux des ingénieurs chimistes diplômés, en 1987, est indiqué dans le *tableau* ci-joint (statistiques rassemblées à l'Union des Industries Chimiques par Monsieur J.-P. Parenteau). Ce *tableau* fait apparaître quatre catégories qui sont les suivantes :

– *Ecoles Nationales Supérieures de Chimie et de Génie Chimique* : 721 diplômés, sortis de nos 12 ENSI de chimie et de génie chimique, auxquelles ont été ajoutés le département de l'INSA de Rouen (ex-INSCIR) et l'Ecole de Céramiques de Limoges.

Par rapport à 1986, ces écoles ont formé 100 ingénieurs supplémentaires ; conséquence de l'effort demandé par le ministère de l'Education nationale, il y a trois ans. Cette augmentation de diplômés de 16 % est incontestablement beaucoup plus significative que l'aide financière correspondante de notre ministère de tutelle.

– *Ecoles privées de chimie* : les quatre écoles lyonnaises, marseillaise et parisienne ont à leur actif 154 diplômés, soit un accroissement de 8 % par rapport à 1986. Ici également, un effort important a été fait, au cours des trois dernières années.

– *Ecoles polyvalentes avec sections de chimie et/ou de génie chimique* : troisième catégorie d'établissements nationaux ou privés que j'ai qualifiés peut-être arbitrairement « écoles polyvalentes », car existent sur place d'autres filières telles que la physique (ISMRA, ICPI, ESPCI) ou l'informatique industrielle (UTC, HEI), par exemple.

Ces cinq établissements ont délivré, en 1987, 161 diplômés et l'accroissement annuel de 8 % est ici également à souligner.

– *Formations universitaires* : bien qu'il ne s'agisse pas vraiment d'ingénieurs chimistes, on ne peut ignorer les anciennes maîtrises de sciences et techniques (MST) qui ont été récemment transformées en filières d'ingénieurs : 4 dans le domaine des matériaux (EUDIL, FSIM, ISIM et IST Paris 6) ; 2 dans le domaine de l'eau (ESIP et ISIM). Il s'agit ici de sections tournant autour d'un effectif de 25 et évaluées globalement, à partir de données de l'année 1986, à environ 150.

En définitive, si nous ne retenons que les 3 premières catégories d'écoles, le flux 1987 d'ingénieurs chimistes diplômés a été de 1036 (919 en 1986, soit un accroissement global de 13 %). Si l'on y adjoint certaines des formations universitaires, certains ingénieurs diplômés d'autres écoles ou sections (matériaux de l'UTC de Compiègne, Ecole Centrale de Paris, Ecole Supérieure des Industries Textiles de Mulhouse, Ecole Française de Papeterie de Grenoble, etc.), c'est plus vraisemblablement un flux proche de 1 200 ingénieurs diplômés qu'il convient de retenir pour les discussions de ce colloque.

Je souhaiterais terminer mon intervention par quelques questions issues de cette analyse quantitative, afin qu'elles puissent être abordées et discutées au cours de ces deux journées :

– La première question concerne la masse critique d'ingénieurs formés par établissement. Nous délivrons actuellement, en France, environ 1.200 diplômés répartis entre une trentaine d'établissements, ce qui procure une moyenne de 40. A cet égard et sans préjuger des accroissements à venir, seules 5 écoles ont formés plus de 60 ingénieurs diplômés en 1987. Sans faire uniquement référence à l'horizon 1993, n'y a-t-il pas actuellement un problème de fond, lié à un nombre sous-critique local d'ingénieurs formés ?

– La seconde question est relative au nombre d'ingénieurs chimistes qui seront nécessaires à nos industries vers l'an 2000. Qui peut nous apporter des éléments de réponse ? indiscutablement, nos collègues industriels qui sont venus très nombreux à ce colloque. Certaines études déjà publiées avan-

Chimie : Les diplômés d'ingénieur (chiffres 1987)	
Ecoles Nationales Supérieures de Chimie et de Génie Chimique	
	Effectifs
Bordeaux	41
Clermont-Ferrand	39
Grenoble	89
Lille	40
Limoges	(27)
Montpellier	61
Mulhouse	34
ENSIC (Nancy)	92
ENSCP (Paris)	65
Rennes	38
Rouen	46
Strasbourg	38
Toulouse	56
IGC, Toulouse	55
Total	721
	(1986 : 621 → + 16 %)
Ecoles privées de chimie	
ESCEPEA (Lyon)	30
ESCIL (Lyon)	65
ESCM (Marseille)	29
ESCOM (Paris)	30
Total	154
	(1986 : 142 → + 8 %)
Ecoles polyvalentes avec sections de chimie et/ou de génie chimique	
ISMRA, Caen (chimie)	24
UTC, Compiègne (génie chimique)	43
HEI, Lille (génie chimique)	35
ICPI, Lyon (chimie/génie chimique)	35
ESPCI, Paris (chimie)	24
Total	161
	(1986 : 149 → + 8 %)
Formations universitaires	
ESIP, Poitiers (eau)	(21)
EUDIL, Lille (matériaux)	(25)
FSIM, Paris 13 (matériaux)	(26)
ISIM, Montpellier (eau/matériaux)	(50)
IST, Paris 6 (matériaux)	(25)
Total	environ 150

cent un accroissement de 4 % par an ; ce qui, en prenant une base d'environ 1000 ingénieurs chimistes en 1987, conduit à un total de plus de 1500, vers l'an 2000. Cette prévision est-elle réaliste ? Dans l'affirmative, cet accroissement de 50 % du flux d'ingénieurs diplômés pourra-t-il être assuré par l'ensemble de nos écoles ? En d'autres termes, notre ministère de tutelle sera-t-il en mesure de supporter financièrement ces augmentations de flux au niveau de toutes nos écoles ?

– Ma dernière question est liée aux niveaux français de formation, c'est-à-dire BAC + 2 ou 20 ans (BTS, DUT) et BAC + 5 ou 23 ans (ingénieurs), dont les flux de sortie sont d'ailleurs sensiblement du même ordre de grandeur. Comment vont se situer ces 2 niveaux dans la perspective européenne ? Y a-t-il place et besoin pour un flux intermédiaire à BAC + 3 (ou 21 ans) ou à BAC + 4 (ou 22 ans), sensiblement similaire aux diplômés issus, par exemple, des « FachHochschulen » allemands ? Ne serait-il pas opportun de pouvoir « cadrer » certains des techniciens supérieurs, soit par la formation continue, soit par la reconnaissance d'une certaine activité professionnelle.



L. MONNERIE
professeur, ESPCI, Paris

On a beaucoup parlé ce matin de ce qu'il fallait donner aux ingénieurs et de ce dont ils auraient besoin au cours de leur carrière.

En étant tout à fait conscient de ce problème, d'autant plus que nous avons à faire face à une formation à la fois en physique et en chimie, nous avons adopté la formule du préceptorat et je voudrais vous dire quelques mots de cette formule qui fonctionne à l'ESPCI depuis huit ans maintenant et dont on peut tirer un certain bilan.

L'objectif du préceptorat c'est, en fait, tout d'abord « d'apprendre à apprendre ». On part de la constatation que les ingénieurs au cours de leur carrière seront amenés à aborder de nombreux domaines nouveaux et il faut donc qu'ils sachent les étudier. Or ce n'est pas chose facile d'étudier un domaine nouveau où vous ne pouvez plus suivre des cours. En effet, les cours, c'est quand même le système le plus intéressant et le plus facile pour entrer dans un domaine. Il faut donc donner aux étudiants une méthode d'étude.

D'autre part, lorsqu'on fait une analyse des connaissances qui sont nécessaires aussi bien en physique qu'en chimie, on s'aperçoit qu'il y a un nombre limité de concepts, de modes de raisonnement, de modes de calcul qui sont utilisés et que, en fait, chaque discipline emploie ces concepts ou ces modes de raisonnement en les appliquant à son cas. Il n'est donc pas nécessaire d'avoir forcément des cours exhaustifs et il faut enseigner l'essentiel et obtenir une assimilation des points forts.

Nous nous sommes donc livrés à un élagage très important des enseignements, de ce qui était fait dans nos cours et, pour obtenir cette assimilation, nous avons mis en place le préceptorat qui consiste au suivi d'un groupe de quatre étudiants par un professionnel qui peut être, soit un ancien chercheur, soit un chercheur, soit quelqu'un qui travaille dans l'industrie. L'effort va porter sur la parfaite assimilation par l'étudiant de ce que nous avons appelé le noyau dur de la discipline.

Cette expérience est manifestement positive et je voudrais indiquer aux collègues qui nous ont dit : « vous pouvez faire cela parce que vous êtes Ville de Paris, vous avez des moyens qui, bien qu'ils ne soient pas toujours énormes, sont sans doute supérieurs aux moyens habituels des universités » : en fait, c'est une expérience qui n'est pas chère. Quand on parle du point de vue strictement financier, le nombre d'heures supplémentaires nécessaires est vraiment très faible par rapport au coût d'une école.

En revanche, et c'est là qu'on va rejoindre d'autres problèmes et ceux signalés par Claude Quivoron au point de vue taille critique, cette expérience nécessite la présence d'un environnement recherche. Nous avons quelques ingénieurs de l'industrie qui participent au préceptorat, mais malheureusement pas beaucoup, simplement pour des problèmes d'horaires. Les étudiants n'ont pas une grande flexibilité dans leurs horaires, ce n'est pas le système anglais où les gens sont dans des collèges et donc y vivent, ce qui permet le préceptorat de 9 à 10 le soir ou le matin avant 8 heures. Par suite de nos contraintes d'horaires, il n'est pas facile aux ingénieurs de l'industrie de participer chez nous au préceptorat.

La solution est donc de disposer d'un volume suffisant de chercheurs et ce système porte ses fruits, tourne bien et est très motivant pour l'étudiant.

Cependant cela nécessite quand même un effort, il faut élarguer et ça, ce n'est pas toujours facile de faire accepter aux collègues qu'après tout la totalité de ce qu'ils enseignent n'est pas absolument nécessaire et que l'étudiant peut consulter des ouvrages s'il a bien maîtrisé l'essentiel.

C'était le premier point dont je voulais vous faire part et je crois qu'il est très important. Face à l'évolution des techniques, il faut préparer les jeunes au futur et on ne peut pas tout leur enseigner.

Le deuxième point, c'est l'importance de la recherche dans la formation de base des ingénieurs.

Le fait que, dans une école d'ingénieurs, il y ait de la recherche et que les enseignants fassent de la recherche est quelque chose de fondamental au point de vue de l'état d'esprit des travaux pratiques. Dès la première année, les sujets ne sont pas les mêmes, les équipements ne sont pas les mêmes, etc. Je crois que c'est quelque chose de primordial et l'on rejoint ici le problème de la taille critique pour s'interroger : « est-ce que chaque institution a actuellement la taille critique lui permettant d'avoir une recherche valable, de qualité ? ».

Du point de vue des métiers de l'ingénieur chimiste, il est clair que nous nous orientons fortement vers des carrières recherche et développement et, de ce point de vue, le complément de formation apporté par une thèse est quelque chose d'essentiel et je rejoins tout à fait ce qu'a dit mon ami Lavalou.

En gros, il n'y a pas tellement de problèmes de financement de thèses, le plus gros problème est constitué par le recrutement, il faut convaincre nos élèves que leur thèse est quelque chose de très important bien que financièrement non immédiatement rentable.

Il faut que l'industrie reconnaisse que quelqu'un qui vient chez elle avec un diplôme d'ingénieur plus une thèse a une valeur potentielle plus grande que la personne qui a simplement fait son diplôme d'ingénieur. Il me semble qu'il y a là un point crucial, car la plupart des sociétés ne peuvent plus se permettre d'avoir une pépinière pour la formation des jeunes dans leurs centres de recherche.

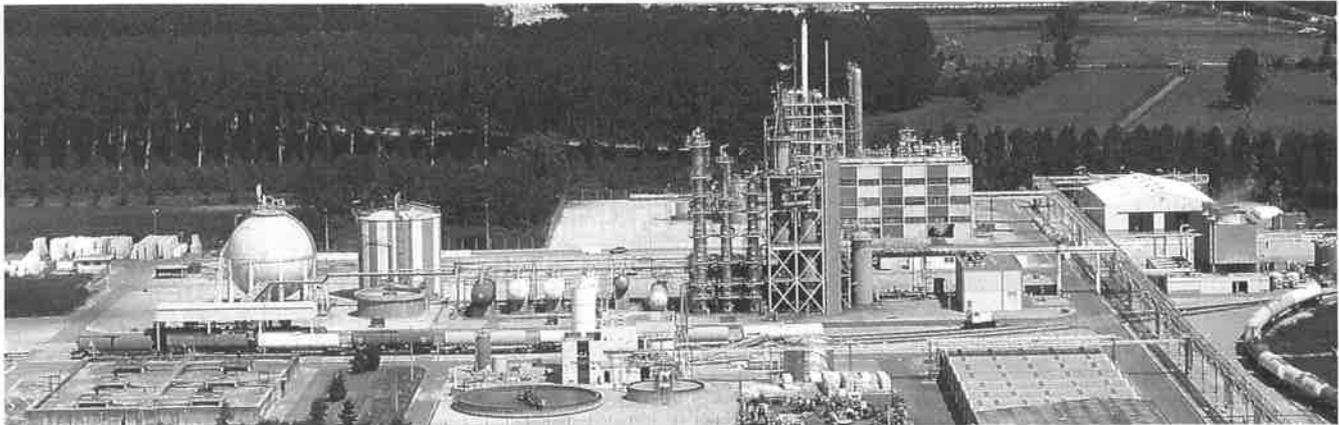
Enfin, depuis des années, nous nous sommes battus pour la reconnaissance des carrières dans le domaine de la recherche et il y avait déjà à l'ESPCI, il y a 20 ans, sous la direction du professeur Champetier, un groupe actif dans ce domaine.

On est surpris de voir qu'en France on ne trouve pas le système de double échelle de salaires. Certes, une société a mis récemment en place des chercheurs associés, des directeurs de recherche associés et je crois que c'est important, parce que aux USA toutes les grandes sociétés ont ce double système. Il faut que les ingénieurs aient le sentiment que l'on reconnaît leur compétence. Il y a également un problème de reconnaissance au point de vue social.

Nos écoles préparent pour l'industrie d'excellents spécialistes, à elles de leur confier une place stable et de leur donner la satisfaction de conscience qu'ils méritent. Qu'ils n'aient pas un jour, à 50 ans, dans leur famille, par exemple, ou dans le corps social, le sentiment d'être bien mal reconnu et appréciés.

Société Française Hoechst

UNE SOCIÉTÉ INNOVATRICE DANS DE NOMBREUX SECTEURS DE POINTE



La Société Française Hoechst propose à ses partenaires les fruits de sa recherche : des produits de haute technologie à forte valeur ajoutée dans les domaines de l'électronique, l'industrie pharmaceutique, les cosmétiques, les textiles, le bâtiment et l'automobile.

Avec ses cinq centres de production, elle a renforcé ses racines dans le tissu économique français, tout en développant une importante activité exportatrice vers la plupart des pays industrialisés.

Son appartenance à Hoechst, l'un des leaders de la chimie dans le monde, lui permet de bénéficier d'une grande synergie dans de nombreux domaines.

La Société Française Hoechst s'intègre dans le formidable potentiel d'innovation découlant du concept [®]Hoechst High Chem dont la vocation est de trouver des voies nouvelles et de découvrir des procédés et matériaux bien adaptés aux techniques du futur.

CONSEIL DE SURVEILLANCE

François DONNAY - *Président d'honneur*

Henri MONOD - *Président*

Friedrich DEICHMANN - *Vice-Président*

DIRECTOIRE

Gilbert GAILLARD - *Président*

Erich THEIS - *Directeur Général*

Alain DEBOCK

CENTRES DE PRODUCTION

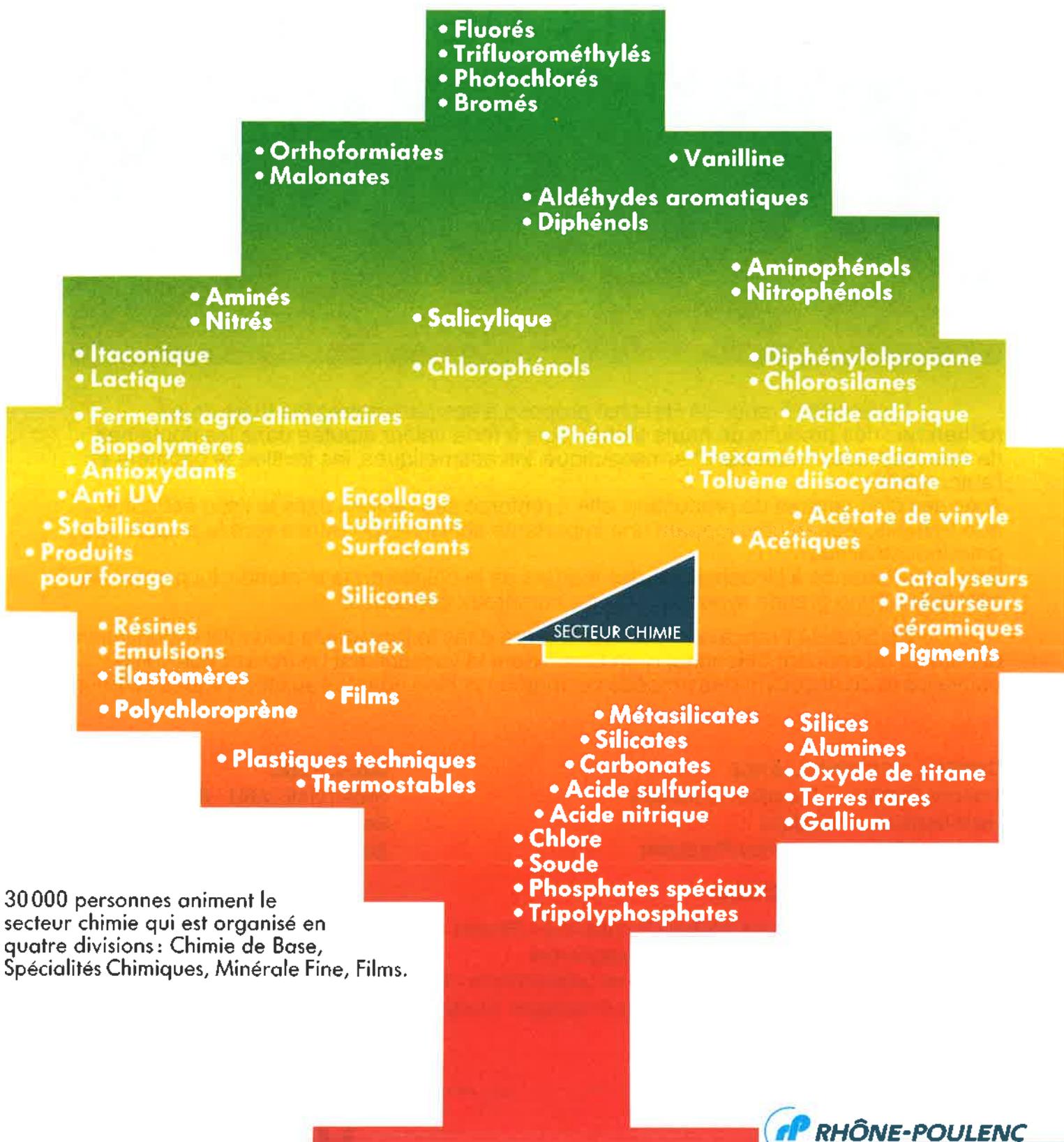
- CUISE-LAMOTTE - Chimie minérale et organique • Résines • Spécialités de chimie fine.
- DIJON - Polycondensats • Résines de cataphorèse.
- LILLEBONNE - Polypropylène • Chimie de l'acétaldéhyde • Soufre.
- L'AIGLE - Spécialités pharmaceutiques • Emballages plastiques pour la pharmacie.
- STAINS - Dispensions aqueuses.

Société Française Hoechst
Tour Roussel Hoechst
Cedex 3
92080 Paris-La Défense
Tél. (1) 40814000

Hoechst 

Le secteur chimie de Rhône-Poulenc

En amont d'innombrables applications industrielles, le secteur chimie fournit les grands intermédiaires chimiques et des spécialités de chimie fine aux marchés mondiaux et aux grandes lignes de produits du groupe Rhône-Poulenc.



30 000 personnes animent le secteur chimie qui est organisé en quatre divisions : Chimie de Base, Spécialités Chimiques, Minérale Fine, Films.

LE SECTEUR CHIMIE

Premier secteur d'activité de Rhône-Poulenc, la Chimie représente 44 % du chiffre d'affaires du Groupe et contribue d'une manière très importante à ses résultats.

Ses produits détiennent des positions mondiales de 1^{er} plan dans le domaine de la chimie organique et minérale, par exemple le sel nylon, le toluylène diisocyanate (TDI), les dérivés du phénol et de l'acide acétique, la vanilline, l'acide salicylique, les polyimides, ou encore les terres rares, l'acide sulfurique régénéré, les phosphates spéciaux, les carbonates, pour ne citer que les principaux.

Le secteur Chimie emploie près de 30.000 personnes (38 % des effectifs du Groupe) dans plus de 100 sites industriels dans le monde ; il pratique une politique active de formation de son personnel en y consacrant plus de 6 % de sa masse salariale. Cette formation permet d'accompagner l'évolution des techniques, de renforcer le professionnalisme, d'accroître la prise en compte de la sécurité et de la qualité. La structure des emplois se répartit en 18 % de cadres, 23 % de techniciens et agents de maîtrise, 59 % d'employés et d'ouvriers (36 % travaillant à feu continu).

Le secteur Chimie investit 2,5 milliards de francs par an dans ses sites ; 500 millions de francs sont consacrés annuellement à la protection de l'environnement. Par sa présence industrielle ou son implantation commerciale dans 150 pays, le secteur Chimie réalise 70 % de sa production hors de France, par exportation directe ou production locale à l'étranger. Il se caractérise aussi par un fort développement international par la croissance de ses activités étrangères ou par acquisitions (USA, Extrême-Orient, Brésil, Europe...).

La recherche animée par plus de 2000 chercheurs travaille en collaboration étroite avec la communauté scientifique internationale. Son budget annuel est supérieur à 1 milliard de francs. Elle gère un portefeuille de 13.000 brevets internationaux.

Des laboratoires d'application et des services d'assistance technique à la clientèle existent dans la plupart des usines françaises et étrangères. Des centres de recherches importants se situent à Aubervilliers près de Paris (CRA), à Décines près de Lyon (CRC), à Paulinia au Brésil, ainsi que des centres techniques ou d'application dans la région Rhône-Alpes (le CLYPT à Lyon, les Roches de Condrieu...).

Le secteur Chimie s'organise autour de quatre divisions regroupant des lignes de produits homogènes orientés vers des marchés spécifiques : Chimie de Base, Spécialités Chimiques, Minérale Fine, Films.

Chimie de Base fournit les grands intermédiaires chimiques pour 70 % de son chiffre d'affaires, sur les marchés des intermédiaires pour fibres synthétiques, de la détergence, du bâtiment, des matériaux plastiques, des peintures et vernis, de la chimie en général, et pour 30 % de son chiffre d'affaires aux autres secteurs du Groupe : Santé, Agrochimie, Fibres. La division représente 17.500 personnes, plus de 50 usines dans le monde et 58 % du chiffre d'affaires du secteur Chimie, dont 70 % hors de France. Elle regroupe des produits ou des familles de produits des chimies organique et minérale tels que : les intermédiaires polyamides et polyesters, le phénol et le bisphénol A, l'acide acétique et ses dérivés, le TDI, les dérivés de l'azote et du soufre, l'acide sulfurique régénéré, les carbonates, les phosphates, les silicates et métasilicates...

Spécialités Chimiques allie la qualité de ses produits aux services d'assistance à la clientèle et répond aux demandes d'industries très spécifiques, telles que : la parfumerie, la pharmacie, la papeterie, l'agro-alimentaire, les phytosanitaires... Avec un effectif de 7.500 personnes, plus de 30 sites industriels dans le monde, cette division représente 26 % du chiffre d'affaires de l'activité du secteur Chimie. Elle met à la disposition de ses clients des produits comme les diphénols, des additifs organiques, des isocyanates, des émulsions latex, des silicones, des plastiques techniques, des molécules issues de la biochimie : gomme xanthane, ferments...

Minérale Fine développe ses positions sur des marchés à fort potentiel de croissance et de haut niveau technologique comme l'électronique, la catalyse, l'aéronautique, l'aérospatiale, le magnétisme, mais aussi sur des marchés plus classiques comme les peintures, le papier, les textiles... Cette division emploie 3.500 personnes dans plus de 10 usines dans le monde et contribue à 12 % du chiffre d'affaires de la Chimie. Elle regroupe des produits de chimie minérale qui répondent aux exigences les plus élevées en terme de propriétés physiques ; ce sont : les oxydes de titane, les terres rares, les silices et les aluminés, les céramiques techniques...

Films est spécialisée dans la production de films polyester répondant aux besoins les plus variés des industries audio et vidéo, l'électronique, les arts graphiques, l'emballage... Elle possède 10 sites industriels avec 1.500 personnes et participe à 4 % du chiffre d'affaires du secteur Chimie.



Usine de Nashville (Tennessee, U.S.A.) production des dérivés du phosphore.



Usine du Havre, fabrication des oxydes de titane.



RHÔNE-POULENC CHIMIE
25, Quai Paul Doumer - 92408 COURBEVOIE CEDEX
Tél. (1) 47 68 12 34 - Télex : 610500 F RHONE

Un passeport pour la chimie

Des positions clés dans la vie active

L'ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DE CHIMIE DE PARIS. ENSCP

- Une formation généraliste et expérimentale d'INGÉNIEURS, développée par la recherche
- Un enseignement diversifié scientifique, économique, communication et stages
- Trois secteurs : Chimie Moléculaire et Biotechnologies, Matériaux, Energétique et Procédés
- Des contacts industriels permanents
- La collaboration avec les autres disciplines
- L'entraînement au traitement de la réalité
- Des ingénieurs recherchés pour tous les secteurs industriels
- Des salaires attractifs, des carrières intéressantes
- Pour relever les défis du 3^e millénaire



11, RUE PIERRE & MARIE CURIE, 75231 PARIS CEDEX 05

- Tél. : (1) 43 26 25 25 poste 38-26

- Télex : ENSCP 270 021 F - Télécopie : (1) 43 25 79 75

Renseignements : Annuaire électronique 11 ENSCP PARIS 75

MINITEL : 36 15 ENSIGC

Ecole Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris

ESPCI

**72 ÉLÈVES PAR PROMOTION
UNE FORMATION ORIGINALE :**

PHYSIQUE + CHIMIE + RECHERCHE

En relation avec l'Industrie :

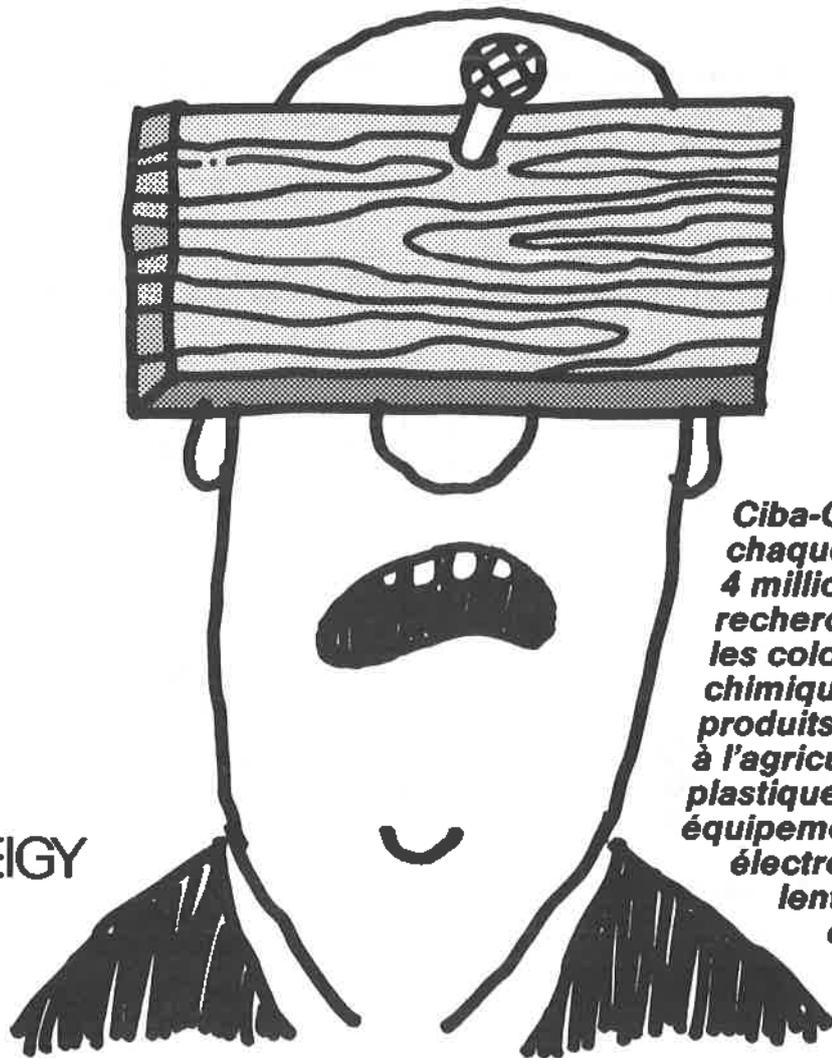
UN CENTRE DE RECHERCHE DE 220 CHERCHEURS

E.S.P.C.I. - 10, rue Vauquelin, 75231 PARIS Cedex 05

(1) 43 37 77 00 poste 325

Minitel par le 11 Taper ESPCI PARIS - Télécopie (1) 43 31 42 22

Une folie, ces
milliards pour
la recherche...



CIBA-GEIGY

**Ciba-Geigy consacre
chaque jour plus de
4 millions de francs à la
recherche, notamment dans
les colorants et produits
chimiques, médicaments,
produits destinés
à l'agriculture, matières
plastiques, additifs, pigments,
équipements
électroniques,
lentilles de contact
et produits d'entretien
pour lentilles.**

C 3

L'École Nationale Supérieure de Chimie de Clermont-Ferrand

est un **CENTRE DE FORMATION** qui délivre le Diplôme d'Ingénieur-Chimiste reconnu par la Commission des Titres d'Ingénieur. Trois Options en 3^e année d'études (Chimie Organique Fine et Industrielle - Matériaux Inorganiques - Matériaux Organiques). Elle propose également des stages de Formation continue.

est un **CENTRE DE RECHERCHE** regroupant des formations associées au CNRS ou recommandées par le Ministère de l'Éducation Nationale. Elle offre dans ses laboratoires (ou dans ceux de l'UFR de Recherche Scientifique et Technique de l'Université Blaise Pascal) la possibilité de préparer un Diplôme d'Études Approfondies (DEA), puis une Thèse de Doctorat.

a des liens étroits avec les **ENTREPRISES INDUSTRIELLES**

- par l'intégration dans la scolarité de STAGES en Entreprises (éventuellement à l'étranger) et de PROJETS
- par des CONTRATS de formation et de recherche.

est un **CENTRE DE TRANSFERT TECHNOLOGIQUE**

par l'accueil, dans ses laboratoires de recherche, de Conseillers Technologiques Régionaux (Pôle technologique) et par la liaison d'un laboratoire avec le Centre National d'Évaluation de Photoprotection.

est un lieu de **VIE ASSOCIATIVE**

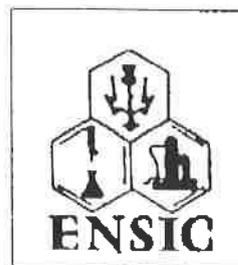
- Cercle des Elèves
- Auvergne Chimie Service (association du type Junior-entreprise)
- Club des jeunes de la Société Française de Chimie
- Association des Anciens Elèves.



Ensemble Scientifique des Cézéaux
24, avenue des Landais - B.P. 187
63174 AUBIÈRE Cedex
Tél. : 73 26 41 10

E.N.S.I.C.

1, rue Grandville
54001 NANCY Cedex
B.P. 451
Tél. : 83 35 21 21
Télex : 961316 F
Télécopieur : 83 35 08 11



L'ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

UNE ÉCOLE DYNAMIQUE DE FORMATION D'INGÉNIEURS

- Des promotions en augmentation importante - Recrutement ENSI « M » et Chimie Centre P
- Un programme très évolutif avec un poids important en : Chimie Physique, Génie des Procédés, Instrumentation Capteurs et Informatique Industrielle.

UNE EXCELLENTE IMAGE DANS L'INDUSTRIE

- Des débouchés nombreux : 5 offres d'emploi par élève
- Des débouchés de haut niveau : 160 000 - 180 000 F/an
- Des débouchés très variés : Recherche - Développement - Procédés Informatique - Bureau d'études dans de nombreuses branches dont principalement : Énergie (Pétrole, Gaz, Nucléaire) - Chimie - Pharmacie - Alimentaire - Ingénierie.

UNE RECHERCHE SCIENTIFIQUE ACTIVE

- 200 chercheurs
- 3 unités de recherche associées au CNRS
- 1 unité propre CNRS
- 1 unité recommandée par la Direction de la Recherche du M.R.E.S.

UNE FORMATION A LA RECHERCHE

- DEA - Génie des Procédés
- Doctorat de l'I.N.P.L. en Génie des Procédés ou Chimie Physique
- Pôle FIRTECH Génie Chimique et des Procédés (Formation des ingénieurs par la recherche).

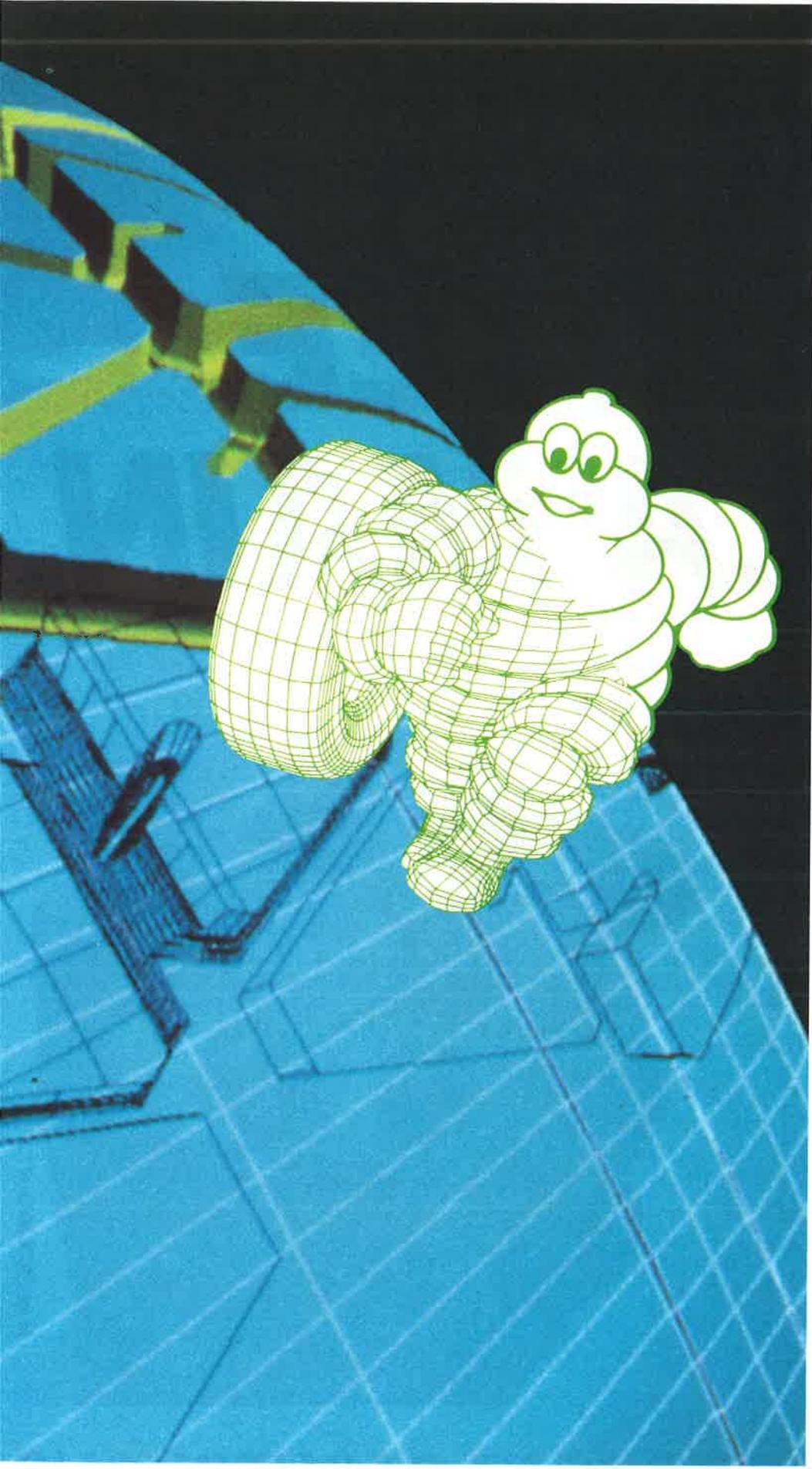
UNE SOLIDE EXPÉRIENCE EN FORMATION CONTINUE

- 500 Ingénieurs européens recyclés chaque année.

UNE LARGE OUVERTURE SUR L'ÉTRANGER

- Facilités pour études ultérieures aux U.S.A., JAPON, R.F.A., G.B. ... (Participation aux programmes européens ERASMUS et COMETT).

Institut National Polytechnique de Lorraine Nancy



**MÉCANICIENS,
AUTOMATICIENS,
INGÉNIEURS
DE PRODUCTION...
ET 80 TECHNOLOGIES**

**POUR TOUT
UN MONDE
A DÉVELOPPER**

Parce que nos produits sont complexes et que la qualité est un défi quotidien, nos ingénieurs et nos techniciens, mécaniciens, automaticiens, informaticiens... développent, en s'appuyant sur des techniques puissantes (traitement numérique, CAO, DAO...) des procédés d'industrialisation plus souples, plus fiables, plus rapides. Dans nos unités de production, réparties sur quatre continents, nos ingénieurs de fabrication et de maintenance déploient leurs qualités humaines et techniques pour, avec leurs équipes, faire évoluer et maîtriser ces process complexes. Parce que nos métiers sont nombreux et que nous cherchons en permanence à découvrir les particularités de chacun, nous saurons vous proposer un parcours à la mesure de votre potentiel et de vos aspirations. Vous aussi, rejoignez un Groupe dont la haute technologie, l'ouverture internationale, la variété des produits, la volonté d'innover, donnent champ libre à tous les progrès. Merci d'adresser votre dossier de candidature, sous réf. T 3 à MICHELIN - Service du Personnel - Hervé COYCO - 63040 CLERMONT-FERRAND CEDEX.

MICHELIN®
Les moyens de se passionner

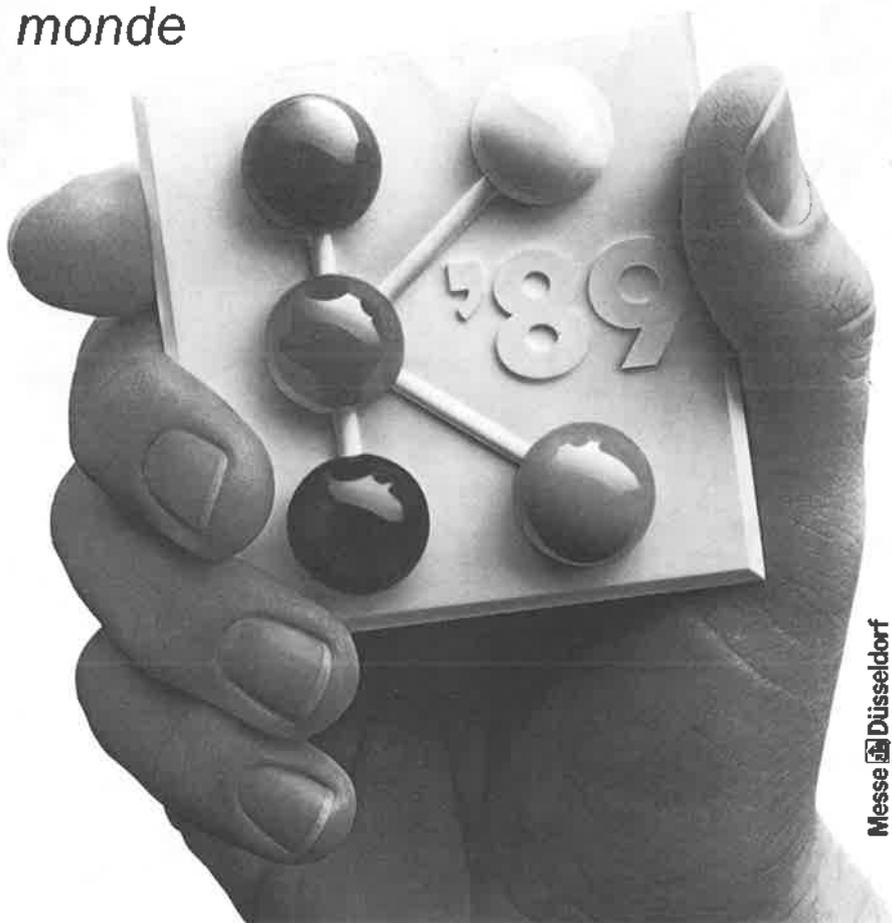
Jeunes diplômés, débutants ou 1ère expérience

K'89 Düsseldorf, 2.-9.11.1989

L'AVENIR À PORTÉE DE LA MAIN.

*Innovations et offre du monde
entier en plastique
et caoutchouc.*

*De la main à la main,
par les plus fameux
producteurs de
matières premières,
les transformateurs
les mieux armés
et les meilleurs
constructeurs de
machines.*



Messe Düsseldorf

N°1 EN PLASTIQUE ET CAOUTCHOUC

PROMESSA • 3, rue du pont • F - 28700 Bleury • Tél.: (16) 37.31.17.66 • Telex 782 333 • Fax (16) 37.31.17.64

Questions de l'auditoire

H. PATIN, professeur, ENSCR

J'ai une intervention à faire à propos de l'image de la chimie. Une première chose, c'est que dans les médias, il n'apparaît pas de personnes qui aient fait des études de chimie. Le moyen serait d'inciter des ingénieurs ou des gens ayant une profession de chimiste vers les carrières du journalisme. En ce qui concerne l'image de la chimie dans les lycées, il y a effectivement la possibilité de trouver des heures complémentaires pour payer les enseignants, mais il y aurait aussi la possibilité d'avoir des documents déjà tout prêts, c'est-à-dire d'utiliser les moyens modernes de l'audio-visuel, les vidéo-cassettes ou des films pour que, dans les lycées, soient diffusés des documents sur l'image de la chimie.

C. QUIVORON, directeur de l'ENSCP

M. Léon Zitrone, que tout le monde connaît, est entré dans l'école que je dirige. Il en est sorti non pas major de sa promotion, mais avant les autres, puisqu'il a quitté l'école pour faire des études de chimie à Londres. Donc, voilà quelqu'un qui aurait pu parler de l'image de marque de la chimie.

B. WAEGELL, professeur, Faculté des Sciences de Marseille

Au vu de toutes les connaissances qui sont souhaitées pour le futur cadre de l'industrie chimique de demain dans le contexte européen, quelle va être finalement sa formation ? Bac + 5, ingénieur ; Bac + 7 ou 8, docteur ? Quel sera également le rôle mutuel des universités et des écoles ? Que deviennent tous les maîtres en chimie qui font des thèses et qui apparemment trouvent malgré tout des emplois dans l'industrie ? Et enfin, très grave question à mon avis, quels sont les professeurs, où va-t-on trouver les professeurs qui vont former tous ces gens ? Parce qu'il ne me semble pas qu'il y en ait suffisamment de disponibles.

A. COULOMBEAU, Michelin, Clermont-Ferrand

Je voudrais intervenir à propos des formations complémentaires aux formations d'ingénieurs chimistes. Nous attendons d'un jeune ingénieur qu'il exerce bien son premier métier de technicien dans l'entreprise. Donc formation de base large et solide. Ce jeune ingénieur changera de métier au cours de sa carrière et sera amené à collaborer avec d'autres spécialistes. Il est donc bon de le sensibiliser au cours de ses études à d'autres disciplines (gestion, comptabilité, management...). Mais ce ne peut être qu'une sensibilisation, car un tel enseignement ne peut être efficace que s'il est approfondi et repose sur du vécu. On ne peut être un bon jeune ingénieur et un jeune commerçant en même temps. Si, au cours de sa carrière, ce jeune ingénieur se sent des goûts et aptitudes pour d'autres activités que la science et la technique, l'entreprise saura repérer ces nouveaux talents et les alimenter par une formation continue interne ou externe. Donc, formation scientifique et technique de base solide (adaptabilité, apprendre à apprendre) et sensibilisation à d'autres disciplines.



B. WAEGELL



J.C. BERNIER



A. HATTERER



J.P. FLEURY



P. MANGIN



R. DABARD

J.C. BERNIER, directeur de l'Ecole Européenne des Hautes Etudes des Industries Chimiques de Strasbourg

On a souligné tout à l'heure, notamment pour les industriels, l'aspect très important de la formulation chimique et son rôle dans l'innovation et de la formation à la formulation. On a souligné également l'introduction de l'informatique notamment pour la CAO moléculaire ainsi que les progrès immenses qui ont été faits par l'analytique et les spectroscopies. Je voudrais demander quelle peut être l'aide apportée par l'industrie au malheureux directeur confronté à ce problème de savoir que l'essentiel de l'enseignement d'un ingénieur est une science expérimentale nécessitant des travaux pratiques importants et de qualité alors que nous sommes confrontés aux problèmes de l'obsolescence et du sinistre de ces travaux pratiques !

A. HATTERER, professeur ENSCMu

Pour revenir sur la formation des formateurs, il y a un certain nombre de remèdes qui sont systématiquement proposés : l'année sabbatique, les échanges université-industrie ; ne peut-on pas aussi envisager d'améliorer les échanges entre les enseignants des différentes écoles ?

M. DUPUIS, Université de Paris VI

M. Quivoron a indiqué, sur la base d'étude de l'UIC, environ 1300 ingénieurs chimistes formés par an par les écoles d'ingénieurs. Je voudrais simplement demander : a-t-on une idée du nombre d'ingénieurs et de gens qui sont embauchés comme ingénieur dans l'industrie et qui proviennent des départements variés des universités françaises ?

J.P. FLEURY, ENSCMu

On a parlé du flux Bac + 2, Bac + 5, est-ce que l'on connaît quelque chose sur le flux Bac + 8 ou doctorat donc ?

P. MANGIN, directeur recherche BP Chimie (branche française de BP Chemical International)

Ma question porte sur l'international. J'ai été frappé d'entendre ce matin rappeler ce qu'on appelait un fait commun : il faut apprendre l'anglais. Moi je trouve de par mon expérience que c'est une dimension tout à fait restreinte de la question. Le plus gros problème auquel nous sommes confrontés, je dis nous, car je travaille avec des ingénieurs américains, anglais et autres dans nos centres de recherches, c'est le problème culturel. On ne fait pas fonctionner un pilote de la même façon et on ne crée pas une molécule de la même manière quand on est écossais, quand on est à Los Angeles ou au sud d'Avignon. Notre plus grand problème, c'est de trouver cet échange culturel.

Alors je suggérerai et peut-être j'anticipe, parce qu'on va entendre parler de formation internationale dans les heures qui viennent, que les écoles de chimie incluent dans leur scolarité un séjour de leurs élèves, dans la troisième ou quatrième année d'une école étrangère et vice versa, créant des associations d'écoles internationales échangeant leurs élèves, ce qui dépasse le problème de la langue (nous parlons tous anglais).

J'ai été frappé aussi que, dans toutes les activités des ingénieurs et surtout des chercheurs qui ont été évoquées, pas une seule fois les mots brevet et propriété industrielle n'ont été prononcés. On a dit qu'il fallait apprendre à vendre nos molécules, mais il y a une chose que nous ne savons pas faire et que nous n'apprenons pas à nos élèves, c'est de vendre leur matière grise. Il faut leur apprendre à vendre leur recherche. Je ne parle pas du produit final, il faut leur apprendre à prendre des brevets et à valoriser la propriété industrielle qui est une source de revenus considérables.

H. ANGELINO, directeur de l'Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Génie Chimique (Toulouse)

J'ai d'abord des commentaires en ce qui concerne le problème des langues. D'une enquête qui vient d'être faite par la Conférence des Grandes Ecoles, il ressort que l'anglais est connu à 80 % dans les écoles d'ingénieurs, mais à un niveau tel que les ingénieurs sont incapables de négocier en anglais. Or je crois que c'est important.

On demande des postes et cela a été soulevé auprès de notre ministère de tutelle. Il y a quatre ans que je suis directeur d'école. Il y a quatre ans que je demande un poste d'anglais, ce qui semble impossible.

Que pensent les industriels d'une formation professionnelle entre Bac + 2 et Bac + 5 ?

R. DABARD, (Rennes), président du Club Gay-Lussac

M. Quivoron nous a parlé tout à l'heure de problèmes, que pouvaient poser les petits effectifs dans les écoles de chimie et, si j'ai bien retenu ses propos, nous pourrions passer d'une moyenne de 40 élèves par promotion et par établissement à environ 50 dans les années futures d'où l'idée de supprimer les « petites » écoles de chimie. Cela pose effectivement un vrai problème. J'aimerais rappeler que nombreuses sont les écoles de chimie de province qui sont issues des universités, des anciennes facultés des sciences et qui travaillent en symbiose avec les facultés des sciences et, les supprimer, ce serait se priver d'une expérience importante pour la recherche de ces facultés des sciences ; en effet les sections de chimie des facultés des sciences et des écoles de chimie sont souvent intimement liées, les élèves font souvent leur microthèse dans les sections de chimie. Je pense que ce serait dommage de se priver de cette possibilité et de supprimer certaines de ces écoles. C'est un véritable problème, c'est peut-être plus un problème de représentation et un problème de politique générale au niveau d'un ensemble d'établissements qu'il faut représenter qu'un problème de nombre ou un problème de crédits, car ça peut aussi se réduire à ça. Si on diminue le nombre d'écoles, on diminue le nombre de secrétaires généraux, de directeurs, etc., mais on peut remarquer que ça n'ira pas très loin sur le plan financier...

R. FREY, Fédération Encadrement Chimie, Paris

Je représente ici la Fédération Française des Cadres de la Chimie, et au travers et au-delà, la Fédération Internationale des Cadres de la Chimie que j'ai l'honneur de présider. A ce titre, nous nous sommes préoccupés des problèmes de formation depuis 1975-1976 au niveau des cadres et de la formation universitaire en Europe. Ce que je voudrais dire porte sur deux points :

— Tout d'abord le problème de l'image de marque de la chimie. Je crois que nous devons faire un effort particulier pour l'image de marque qui nous concerne tous. Cette image de marque doit être défendue et elle l'est par les cadres de la chimie. Personnellement, je me suis employé à faire passer ce message au niveau de l'ONU par l'intermédiaire de l'OIT et du BIT.

Il y a moins d'un mois, à la commission des industries chimiques, j'ai rappelé que la chimie faisait beaucoup de choses pour l'humanité et que les médias retenaient surtout les catastrophes écologiques. Donc nous devons avoir une action importante dans ce sens. Je pense que les responsables du CEFIC agissent également, mais je leur ferai le reproche d'être trop discrets dans ce domaine. Ils devraient faire entendre leur voix au niveau des grandes instances internationales comme le Parlement européen, la CEE et, pourquoi pas, être présents dans des commissions de l'industrie chimique.

Je voudrais aussi revenir sur un point qui a été soulevé par le Président Tchuruk, c'est l'importance que l'on doit donner à la communication. Ce point me paraît indispensable, non

seulement pour les ingénieurs chimistes, mais pour tous les dirigeants, les futurs managers que sont appelés à devenir, je pense, les jeunes en formation. Il faut savoir bien sûr se vendre. Il faut savoir faire passer le message dans la défense de ce qui est peut-être la matière grise, il faut savoir vendre un procédé, il faut savoir discuter et bien sûr avec le support, si c'est nécessaire, d'une langue étrangère.

M. ANSART, Fafid

J'ai regretté que M. Fillet n'ait pas cité l'industrie chimique suisse dans son deuxième tableau, surtout à Mulhouse, mais ce n'était pas la question. Ma remarque concerne la formation des ingénieurs à l'application. M. Gaillard l'a dit et je crois que je vais insister un peu plus, puisque je suis actuellement Président de l'Union des Ingénieurs Chimistes et que j'ai été responsable de Doittau, société chimique moyenne qui fait entre autre de la formulation dans le domaine des colles et adhésifs. Je dois dire, et je m'excuse de le dire ici, que nous avons eu un soutien beaucoup plus fort de la part de l'industrie chimique allemande que de la part de l'industrie chimique française et je me demande si ça ne vient pas de la formation des ingénieurs d'applications qu'on trouve très bien dans les industries allemandes et que, hélas, on trouve peu dans les industries françaises.

L. DEBIAIS, administrateur de la Société de Chimie Industrielle

Je voudrais simplement donner une information. Je crois qu'il a été beaucoup question aujourd'hui des problèmes de communication et des problèmes d'image. Je crois qu'il faut dire que, sous l'impulsion des dirigeants de l'industrie chimique exerçant en France, il s'est créé entre la SCI et l'UIC deux commissions. Et ces commissions sont animées l'une par M. Roche avec l'aide d'un certain nombre de présidents comme MM. Puéchal, Monod, L'Hermitte. Elles visent essentiellement le point n° 1 évoqué par M. Gallais, c'est-à-dire la meilleure relation entre l'industrie chimique et l'ensemble des médias. Il y a une deuxième commission qui est animée par M. Gaillard qui a pris tout à l'heure la parole et par M. Dovage de Ciba-Geigy qui s'est donné comme mission de créer entre l'industrie chimique et l'enseignement secondaire un certain nombre de relations, en particulier une campagne nationale de conférences présentant l'industrie chimique telle qu'elle est et faisant, à l'aide d'audio-visuel, un progrès par rapport à l'image que les jeunes et les professeurs peuvent se faire de l'industrie chimique.

A. JACOT, Roussel-Uclaf

Un avis et une illustration, si vous le permettez. L'avis, premièrement, si j'avais un conseil à proposer aux jeunes qui sont là, qui voudraient rentrer en recherche industrielle et je parle seulement de la recherche, je dirais que la règle d'or, c'est d'assurer une compétence, pas cinquante compétences. La raison très claire, c'est que l'on a déjà beaucoup de mal à trouver des docteurs (ingénieurs ou pas) de bonne qualité (pour ce qui nous concerne, en chimie organique) qui ont pendant toutes leurs années étudié vraiment la chimie et, s'ils passent du temps à étudier autre chose, forcément, ils n'auront pas cette compétence. L'illustration : j'ai reçu il y a quelque temps un curriculum vitae de quelqu'un qui avait fait une école de chimie que je ne citerai pas, puis une école commerciale dans laquelle il avait fait une spécialisation et je lui ai répondu que son profil ne correspondait pas à ce qu'on cherchait. Ce monsieur n'a pas compris et m'a simplement dit au téléphone : « mais je ne comprends pas, j'ai une triple formation, comment se fait-il que je ne sois pas pris ? » Il aurait mieux valu qu'il n'en ait qu'une, très forte.

J.-P. PARENTEAU, UIC

Je voulais simplement souligner un point qui apparaissait dans un certain nombre d'interventions qui ont été faites et qui découle de ces interventions, notamment en ce qui con-



M. ANSART



M. CLAUSSE



F. PIERROT



G. KILLÉ



B. CARRÈRE



R. CHARLES

cerne l'aspect culturel de la formation des ingénieurs et de ce qu'ils sont actuellement. On remet en cause, et je crois que c'est très important, le fonctionnement des classes préparatoires. Je ne suis pas certain que tous les professeurs des classes préparatoires en soient tout à fait conscients. Je ne suis pas sûr que la dérive qui a eu lieu depuis 25-30 ans soit bonne. On a avancé d'un an dans le niveau en mathématiques, en fait on était dans le mauvais sens et je crois qu'il y a un très gros effort à faire.

F. PIERROT, école de chimie Lyon ESCIL

J'ai entendu parler tout à l'heure de formation par la recherche et je me demande si depuis quelques années ce n'est pas

devenu un sujet un petit peu mythique et tabou. Dès que quelqu'un parle de formation par la recherche, il n'est pas question de faire autre chose que d'approuver bêtement. Or, il me semble que la formation par la recherche en France, c'est une formation par une thèse universitaire. Alors cela apporte certainement des éléments de formation positifs, mais est-ce que le bilan est complet ? Il me semble que la thèse universitaire a certains inconvénients, ne serait-ce que par le fait (porté au paroxysme par une tendance de la formation française) que l'on privilégie la théorie par rapport à la pratique, le complexe par rapport au simple et, d'autre part, bien souvent quoi que l'on dise, par une fermeture sur un créneau très étroit avec un refus, hélas que l'on constate tous les jours, de s'intéresser à ce qui se passe en-dehors de ce créneau. Alors que la formation d'un ingénieur me semble devoir être essentiellement large et ouverte à plusieurs domaines. Je pose donc la question du bilan à la fois pour le candidat ingénieur et pour la Société avec un grand « S », de la formation par la recherche. J'ai été très intéressé d'apprendre que M. Fréjacques connaissait la réponse à la question que beaucoup d'entre nous se posent sans succès depuis des années, à savoir quelles sont les bonnes et les mauvaises écoles de chimie !

B. FREMAUX, HEI Lille

Une sensibilisation à la toxicologie industrielle ne permet-elle pas à chaque élève ingénieur de répondre correctement aux objections des journalistes tout en insistant sur les aspects positifs de la chimie ?

B. CARRÈRE, UIC

Je ferai une présentation ce soir de ce que nous appelons un module de formation sur l'économie de l'industrie chimique. J'en dis deux mots simplement. Il s'agit d'un projet collectif de l'UIC et de quatre sociétés qui ont cofinancé un outil qui actuellement commence à tourner et qui est basé sur une soixantaine de transparents, une cassette vidéo et des documents techniques d'accompagnement.

D'où vient ce projet ? Nous avons fait fonctionner un groupe de travail environ 1 an et demi et nous avons convergé sur 3 conclusions.

D'abord il y a une curiosité sur ce qu'est l'industrie chimique au moins européenne dans le cadre européen au minimum aujourd'hui. Et cette curiosité est un facteur de productivité pour les entreprises.

Deuxième conclusion, les structures de la chimie française viennent d'être pas mal modifiées, donc la mémoire, les réflexes, les référentiels collectifs de cette communauté technique et industrielle demandent à être réalignés.

Enfin l'évolution mondiale s'accélère, l'apparition de nouveaux pays industriels qui sont à la fois des concurrents et des alliés possibles, ainsi que les problèmes de la politique agricole en Europe, les problèmes de la santé, des dépenses de la santé et évidemment le marché unique européen 1992 sont porteurs de conséquences pour la chimie en tant qu'industrie et pour les métiers de la chimie.

A. PENTENERO, chimie-physique, université de Nancy I

Je voudrais d'abord faire deux petits commentaires sur les chiffres cités par M. Quivoron et ensuite j'aurais une question.

Lorsque vous avez dit que les BTS et DUT formés étaient un nombre équivalent au nombre d'ingénieurs formés, c'est certainement exact, mais ce qui serait intéressant de savoir c'est combien sortent dans l'industrie. Ce n'est pas le flux de sortie que vous citez là et c'est à mon avis très différent. J'ai l'expérience en tant que directeur d'une unité qui représente

près de la moitié de la faculté des sciences de Nancy, j'ai traité cette année plusieurs centaines de dossiers de BTS et DUT qui sont des égarés du système et ils finissent toujours par se caser chez nous ou chez d'autres, mais il y a certainement une grande différence numérique.

Le deuxième commentaire que je voudrais faire concerne le rôle des universités. Je voudrais souligner que, dans les facultés des sciences, il y a un certain nombre de formations qui ne débouchent pas sur le diplôme d'ingénieur. J'assume que ces formations sont excellentes et, en particulier, au niveau Bac + 5, il y a maintenant quelques magistères qui sont de fort bon niveau et tout particulièrement, dans la troisième année du magistère, il existe une formation par la recherche qui est en général codirigée par un universitaire et un industriel, ce qui répond à l'objection fort légitime de mon ami Pierrot.

Enfin, on ne parle pas des PME et des créateurs d'entreprises. Je suis frappé dans mes fonctions de direction de voir que les chimistes sont moins tournés vers les PME et vers les créateurs d'entreprises que les diplômés d'autres disciplines. C'est peut-être un danger pour l'avenir à long terme de notre profession.

M. CLAUSSE, UTC

Je voudrais faire trois commentaires sur l'image de marque de la chimie. Cette question me semble être un exercice de nombrilisme autoflagellatoire, parce que toutes les industries ont une mauvaise image de marque. Celle de la chimie un peu plus que les autres, mais pas beaucoup plus.

En ce qui concerne le message en provenance des industriels, je l'ai trouvé très brouillé. C'est-à-dire que certains nous ont dit : il faut que l'ingénieur chimiste soit un expert dans son domaine, d'autres nous ont dit : il faut qu'il sache communiquer, qu'il fasse du marketing, de la chimie, de la biologie et puis : est-ce qu'un ingénieur chimiste ne doit pas connaître d'abord la chimie ?

En face de ce message très compliqué des industriels, je crois que la réponse viendra, pour les établissements de formation, dans la souplesse qu'on leur accordera pour répondre aux différentes préoccupations du monde industriel et c'est ce qu'a souligné M. Lavalou. Un peu plus de souplesse ou d'autonomie donnée aux établissements de formation.

G. KILLÉ, ENSCMu

Mon intervention concerne l'enseignement de la sécurité dans les écoles de chimie en liaison avec la question soulevée tout à l'heure par notre collègue de Nancy, ainsi qu'avec toutes celles qui sont soulevées par ce qu'on appelle l'image de marque de la chimie.

L'industrie chimique a connu des accidents. Et plus généralement des disfonctionnements industriels. Il apparaît, dans ces conditions, nécessaire de donner aux futurs ingénieurs des connaissances et des compétences qui leur permettront d'appréhender et de maîtriser l'ensemble des paramètres qui concourent au coût de production. Il est certain que le cadre, ou l'ingénieur est solidaire de l'équipe qu'il anime et, à ce titre, des considérations éthiques et sociales voire affectives viennent renforcer la nécessité de ses compétences techniques en la matière. Il est donc opportun de proposer aux futurs ingénieurs une formation à la sécurité qui repose sur le principe que la sécurité dans l'industrie doit être gérée en tant qu'impératif de productivité et non en se donnant comme but unique de satisfaire à la réglementation.

Notre école à Mulhouse estime que le développement et la transmission des connaissances scientifiques et des techniques en matière de sécurité, de fiabilité sont une des missions qui incombent à une école d'ingénieurs chimistes et elle a donc décidé de mettre en œuvre un enseignement dans ce domaine tant pour l'ensemble des étudiants qu'au niveau du troisième cycle sur toute une année scolaire dans le cadre d'un diplôme

d'étude supérieure spécialisée. Nous avons bénéficié du concours de la Caisse régionale d'assurance maladie de Strasbourg pour arriver à ce but.

R. CHARLES, directeur des recherches du Groupe Orkem

J'ai la charge, dans notre groupe, de recevoir beaucoup de jeunes ingénieurs qu'on destine à la recherche au départ mais qui vont souvent ultérieurement dans d'autres fonctions de la société. Je reçois ces jeunes ; alors j'attends beaucoup de la formation avant qu'ils viennent chez nous, j'attends que l'on nous forme des jeunes imaginatifs, qui soient créatifs. Je crois que, d'une façon générale, la compétence on l'a. On trouve que la panoplie des écoles est suffisante dans notre pays pour trouver la spécialisation qui nous intéresse au moment de l'embauche. Et puis, quelques années après, pour ces ingénieurs, on se pose la question à l'intérieur de la société (et toutes les sociétés industrielles le font), de savoir quelle sera l'évolution de la carrière, quel est le travail de cet individu et quelles fonctions, primordiales pour la société, vais-je lui confier. Entre la sortie de l'école et cette réflexion, il se passe un certain nombre d'années auxquelles les jeunes ingénieurs vont être confrontés.

Pendant cette période, nous allons juger leurs compétences. On attachera beaucoup d'importance à leurs qualités personnelles. Le président Tchuruk l'a évoqué tout à l'heure, mais je voudrais dire aussi qu'il y a des qualités toutes fondamentales que nous voudrions et dont l'une n'a pas été évoquée, il me semble : c'est la qualité aussi de l'organisation du travail des autres. Il y a peut-être là, une réflexion pour les professeurs. Peut-on enseigner la manière d'organiser pour être le plus efficace possible ?

Deuxièmement, on l'a évoqué tout à l'heure, il faut préserver le patrimoine des sociétés, le patrimoine intellectuel et je reviendrai sur la propriété industrielle qui a été évoquée. Il faut sensibiliser nos jeunes aux problèmes de la propriété industrielle non seulement pour protéger les idées mais aussi faire très attention à ce que l'on raconte à l'extérieur. C'est la fuite des idées qui est tout autant importante que la protection et, enfin, je voudrais revenir sur le problème de la communication. On a parlé de la communication dans les médias, n'oublions pas que la communication interne à un groupe est très importante, chaque ingénieur doit savoir vendre ses idées, doit savoir se vendre et il est important qu'il sache communiquer oralement mais aussi communiquer par écrit.

H. DAVY, ISMRA Caen

Pour améliorer l'image de la chimie, deux voies :

- La publicité : « les molécules amies » de l'homme, la développer de manière importante,
- Mettre clairement (en chiffres) les possibilités d'emploi, de rémunération à la disposition des élèves du secondaire et la motivation viendra d'elle-même pour les meilleurs éléments.

R. RETTIEN, ESSO SAF

Les Ecoles Nationales Supérieures d'ingénieurs chimistes ont-elles les moyens :

- Investissements (matériels)
- Budgets de fonctionnement
- Enseignants

pour assurer les formations que nous leur demandons ?

N'y aurait-il pas à faire comme pour les IUT de chimie en 1987 un programme d'équipement en matériels ?

G. MATTIODA, directeur scientifique,
Société Française Hoechst

Formation initiale = école = chimie moléculaire = compétence = (c'est pour cela qu'on embauche). La formation continue ne peut-elle affecter le reste et... la suite (communications larges, qualité...)?

J.-B. DONNET

De ce très intéressant débat je crois que l'on peut faire ressortir à côté des commentaires utiles que nous avons entendus deux questions principales :

- Le chimiste ne doit-il pas d'abord connaître la chimie ?
- Y a-t-il une place pour des formations intermédiaires entre Bac + 2 et Bac + 5 ?

Il y a également la troisième question de M. Bernier qui s'adresse également aux industriels :

- Quelle aide peut-on attendre de l'industrie notamment pour nos grandes difficultés en travaux pratiques ?

S. TCHURUK, président directeur général, Orkem

Je voudrais répondre à l'image brouillée que les industriels ont laissée parmi vous. D'ailleurs je dois m'excuser pour cette image embrouillée, on essayera de faire mieux la prochaine fois.

Mais je voudrais quand même préciser : tout d'abord le métier d'un industriel, c'est de gagner de l'argent, y compris pour les industriels de la chimie. On est pas là pour faire de la chimie, on est là pour gagner de l'argent. Ceux qui pensent qu'on est là pour faire autre chose que de gagner de l'argent s'illusionnent. Pour gagner de l'argent, il faut que nos ingénieurs sachent de la chimie. Nous n'avons jamais dit le contraire. Foncièrement, c'est la dominante, on veut que les gens soient compétents, qu'ils soient des chimistes. Mais ce que l'on vous garantit, c'est que les gens qui ne sont que des chimistes ne gagneront jamais d'argent pour leur entreprise. Il faut bien d'autres qualités qu'une bonne connaissance de la chimie. C'est ce qu'on essaye de vous dire. Et les qualités sont des qualités d'homme. Ce sont les qualités d'esprit d'initiative, les qualités de communicant, les qualités d'ouverture d'esprit et celles-là, on peut les acquérir au cours d'un enseignement fondé sur la chimie.

Ce qu'on demande, c'est que les gens apprennent à avoir beaucoup plus d'esprit d'initiative pendant leur enseignement. Cela n'est pas autre chose. On n'a pas dit qu'il fallait ajouter des cours d'astrophysique ou de Dieu sait quoi d'autre au cours des études de chimie, ce n'est pas ça du tout !

J.-M. BRUEL, directeur général de Rhône-Poulenc

Personnellement, je regrette qu'effectivement il y ait un certain nombre de points soulevés sur lesquels j'aurai dû m'exprimer. Je vais simplement citer trois choses qui me semblent fondamentales pour l'avenir de la chimie. On a parlé brevet et le brevet c'est pas seulement la défense, c'est l'offensive ; on a parlé toxicologie et je pense que les produits de la chimie seront de plus en plus surveillés, ce sont les produits qui sont les plus surveillés et la France est très faible en toxicologie ; on a parlé sécurité industrielle, je me suis déjà exprimé. Ce sont trois choses essentielles qui ont été signalées au cours des débats.

On me demande de répondre à la question Bac + 2, Bac + 5. Dans les défis que nous avons au titre industriel, j'ai signalé la nécessité de moderniser nos sites. C'est une chose qui est largement entamée et, par le biais de cette modernisation qui est une modernisation industrielle mais aussi administrative, on touche aussi tous les secteurs : la comptabilité, l'administration, l'entretien dans les sites. Naturellement c'est un enrichissement des tâches. Et naturellement ça demande de la part des gens qui doivent ensuite faire fonctionner le système de plus en plus de technicité. Et donc je pense que de plus en plus, dans nos entreprises, il y aura de la place pour les gens qui auront des formations qui dépasseront Bac + 2 avec un problème qui se posera : c'est que, dans nos structures d'aujourd'hui, il faudra ensuite faire assurer une évolution de carrière, et ça, ce n'est pas un problème tout simple.



La formation des cadres de l'industrie chimique en Europe

C. FRÉJACQUES
membre de l'Institut,
président du CNRS, Paris

La séance de cet après-midi est consacrée à la formation des cadres de l'industrie chimique en Europe. C'est un sujet particulièrement actuel.

Nous avons la chance d'avoir, à cette table, le professeur Behrens qui nous parlera de la formation dispensée en RFA, le professeur Sargent qui exposera la formation des ingénieurs chimistes en Grande-Bretagne, le professeur van Swaaij qui donnera un aperçu de la formation aux Pays-Bas et, enfin, le professeur Alfani qui parlera de la formation en Italie.

En votre nom à tous, je voudrais les remercier d'être présents à ce colloque auquel ils apportent l'ouverture européenne.

L'industrie chimique, comme nous le savons tous, a le plus fort taux de développement et ce développement est étroitement lié à la qualité de ses cadres. Il s'agit d'une industrie qui devient de plus en plus internationale. 1993 n'est pas en réalité une date critique, puisqu'il va s'agir pour l'industrie chimique d'une évolution qui a déjà démarré depuis long-



temps, mais plutôt d'un renforcement d'une situation existante.

Il s'agit donc, pour cette industrie européenne et internationale qu'est la chimie, de trouver des cadres formés dans cette perspective.

Vous connaissez tous le programme qui se développe en Europe sous le nom ERASMUS, également le programme COMETT qui permet de lier des universités ou des écoles d'ingénieurs à des industriels d'un autre pays.

Le programme ERASMUS permet d'entrevoir des scolarités communes et interimbriquées pour des élèves ingénieurs de deux pays européens par exemple. Il faut donc que nous ayons une vue très claire de la façon dont on forme les cadres dans nos différents pays d'Europe.

C'est donc avec un grand plaisir que je remercie, encore une fois, les différents intervenants de cet après-midi et je cède immédiatement la parole au Dr Behrens, directeur de la DECHEMA, secrétaire de la Société Allemande des Chimistes.

La formation des ingénieurs chimistes : Quelle stratégie pour la RFA ?

Prof. Dr D. BEHRENS
DECHEMA, Francfort-sur-le-Main, RFA

1. La situation actuelle

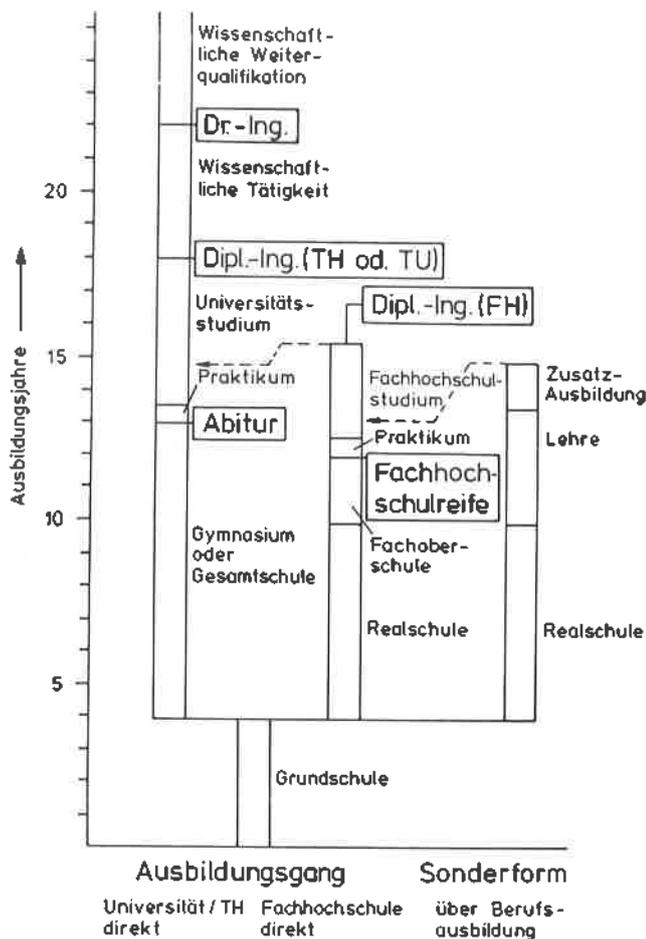
1.1. En République Fédérale d'Allemagne, il existe deux voies de formation pour tous les ingénieurs et donc également pour les ingénieurs chimistes (tableau 1).

— dans les universités et dans les écoles supérieures d'enseignement technique, une formation scientifique dont la condition est le baccalauréat et qui mène au diplôme d'ingénieur (Dipl. Ing.) et au doctorat (Dr.-Ing.) ;

— dans les écoles supérieures techniques (« Fachhochschulen ») qui dispensent une formation pratique conduisant au diplôme d'ingénieur de la « Fachhochschulen » (Dipl.-Ing. FH).

Le tableau 1 représente schématiquement les types de formation. A gauche, nous avons la formation classique (école primaire, lycée, baccalauréat) jusqu'à l'université. L'autre formation décrit la voie jusqu'à la « Fachhochschule » (école élémentaire, établissement d'enseignement du second degré, le niveau bac donnant accès à l'enseignement supérieur techni-





TABEAU 1. — Voies de formation des ingénieurs en RFA (Chimie-Ingenieur-Technik, 1984, 56, n° 5, p. A 238).

que = « Fachhochschulreife »). La formation continue est une troisième possibilité qui passe par l'apprentissage, une formation complémentaire suivie de l'obtention du « Fachhochschulreife » (éventuellement dans une matière définie). La ligne discontinue représente les principales possibilités de passage d'un type de formation à l'autre. En principe, les distinctions sont valables pour toutes les formations dans le domaine de la chimie industrielle, du génie chimique et de la technique des procédés.

1.2. Pour comprendre la formation dans le domaine du génie chimique, il est toutefois plus important de dire qu'aussi bien les « Engineering Sciences » que la chimie ont développé des voies de formation qui préparent au travail dans le génie chimique.

Contrairement au « Chemical Engineer » anglo-saxon, la formation en RFA est spécialisée :

— « L'ingénieur de la technique des procédés » (Verfahrens-Ingenieur) a une formation poussée d'ingénieur. Chaque année, les universités et les écoles supérieures d'enseignement technique forment 800 ingénieurs de la technique des procédés, auxquels s'ajoutent environ 350 ingénieurs de la technique des procédés qui sortent des « Fachhochschulen ».

— Le « chimiste industriel » — c'est-à-dire un chimiste qui a une formation spécialisée en chimie industrielle — a une formation de base en chimie. 4,5 % de tous les chimistes seulement (c'est-à-dire environ 50 chimistes par an) terminent leurs études avec une formation approfondie en chimie industrielle. C'est une particularité des études de chimie en RFA qu'en général la formation dans les universités classiques ne

comporte pas de cours de chimie industrielle, bien que la majorité des chimistes soient, plus tard, responsables de la technique et de la production. Quelques universités ont développé des formes intermédiaires proposant ainsi tout un éventail de formations (tableau 2).

	Maschinenbau	
①	Verfahrenstechnik (als Fachrichtung des Maschinenbaus) Abschluß: Dipl.-Ing.	TU M TU H etc.
②	Verfahrenstechnik (als eigenständige Fachrichtung) Abschluß: Dipl.-Ing.	U KA
③	Chemieingenieurwesen (als eigenständige Fachrichtung) Abschluß: Dipl.-Ing.	U KA U DO
④	Chemie-Technik Aufbau auf 4 Semester Chemie oder Maschinenbau Abschluß: Dipl.-Ing.	U DO U ERL
⑤	Technische Chemie (als Fachrichtung der Chemie) Abschluß: Dipl.-Chem./Dipl.-Ing.	TU M TU H etc.
	Chemie	

TABEAU 2. — Formation en chimie industrielle (Chimie-Ingenieur-Technik, 1984, 56, n° 5, p. A 240).

1.3. Toutes les possibilités de formation mentionnées permettent à l'ingénieur qui vient de terminer ses études d'avoir un rôle de responsable dans l'« industrie », aussi bien dans la recherche et le développement que dans la construction et la conduite des installations de production. L'« industrie » a essentiellement pour but, dans notre esprit, de transformer des matériaux par des processus chimiques, biologiques ou physiques. Pour leur mise en application, on a développé, puis construit des appareils et des installations. Les problèmes posés sont résolus par une équipe de chimistes et d'ingénieurs, ce qui est typique pour la situation de l'industrie chimique en Allemagne — et repose sur une expérience longue et positive. Des biologistes se joignent à cette équipe dans la mesure où des procédés biologiques sont utilisés pour la transformation.

Le type d'industrie dont il est question ci-avant, et pour lequel les anglo-saxons ont trouvé l'expression « process industries », ne comprend donc pas seulement l'industrie chimique. Ce terme comprend également beaucoup d'autres domaines industriels, par exemple la préparation et le traitement des minerais, la production des matériaux, l'industrie alimentaire, la technologie de la protection de l'environnement, les vastes domaines de la production et du stockage d'énergie, etc.

Des ingénieurs de la technique des procédés, des ingénieurs chimistes et les chimistes industriels ont participé à la production de plus de 50 % des produits industriels allemands.

Il en résulte que les jeunes diplômés ont de bonnes chances de trouver un emploi. Depuis des années, il y a un certain manque d'ingénieurs de la technique des procédés ; vers 1975, on a même proposé des cours d'un an en chimie industrielle à des chimistes d'autres spécialités, qui avaient des difficultés à trouver un emploi dans l'industrie.

2. L'analyse critique de la situation

2.1. La durée des études

Dans la situation actuelle, la critique s'attaque surtout à la durée des études. A partir de 1992, les diplômés seront reconnus mutuellement et ainsi la libre circulation des jeunes chimistes et ingénieurs en Europe de l'Ouest sera possible. Des ingénieurs et des chimistes allemands, qui ont en moyenne 28 ans quand ils terminent leurs études, devront concourir avec de jeunes collègues européens qui ont leur diplôme à l'âge de 23 jusqu'à 25 ans. L'industrie qui est le principal employeur, mais de plus en plus aussi les hommes politiques chargés de l'éducation critiquent violemment cette situation.

En fait, les diplômés sont trop âgés ; la durée des études n'est qu'un des facteurs de ce phénomène. D'autres facteurs importants sont :

- la durée de la formation à l'école jusqu'au niveau baccalauréat. Elle dure 13 ans si l'élève ne redouble pas de classe. Mais beaucoup de bacheliers ont déjà 20 ans,
- un service militaire de 18 mois d'ici peu pour chaque jeune homme en bonne santé ; on parle dans les milieux politiques d'un service militaire ou social obligatoire aussi pour les femmes.

En plus, les dates du baccalauréat, du début et de la fin du service militaire et du commencement du premier semestre d'études ne sont pas bien coordonnées. Un jeune homme peut perdre toute une année en « pauses » et « temps d'attente ». De toute évidence nous sommes ici en présence d'un des points faibles du système fédéral de la RFA.

Maintenant revenons à la durée des études elles-mêmes :

Il y a des statistiques et études approfondies sur la durée des études des ingénieurs et des chimistes. Le tableau 3 indique la durée des études en 1985 pour les étudiants en construction des machines et en technique des procédés (tableau 3).

Ces tableaux sont faits par le professeur Leschonski de l'université de Clausthal-Zellerfeld.

Le tableau 3 décrit en ordonnée le nombre de semestres d'études jusqu'au diplôme ; en abscisse, vous voyez le pourcentage d'étudiants passant l'examen final ; notez bien que l'échelle n'est pas linéaire.

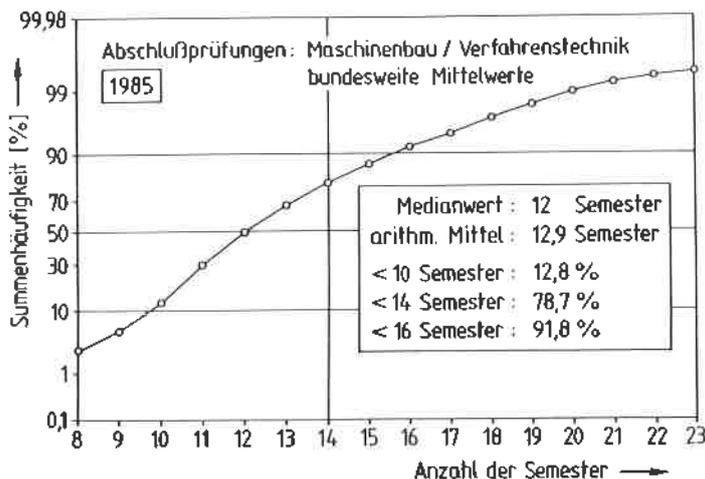


TABLEAU 3. — Konferenz Verfahrenstechnik, Materialenheft, Anhang, Ab. 2).

Seulement environ 3 % des candidats passent l'examen au bout des 8 semestres prévus ; au bout de 10 semestres, 12,8 % des étudiants ont terminé leurs études ; ils sont 78,7 % à avoir terminé dans les 14 premiers semestres. En d'autres termes : plus de 20 % des étudiants ne passent leur diplôme qu'après plus de 7 années d'étude. La moyenne arithmétique est d'environ 13 semestres.

Depuis des dizaines d'années, on se plaint de la durée des études, qui d'ailleurs varie d'une université à l'autre ! Il existe un classement des universités selon la durée des études de leurs étudiants !

Le tableau 3a montre la grande différence entre les trois universités avec la meilleure moyenne de résultats et les trois universités avec la pire moyenne.

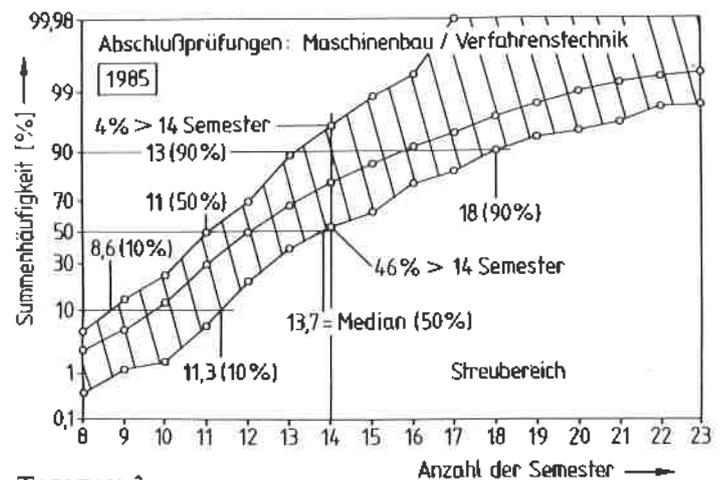


TABLEAU 3a.

2.2. Les raisons de la longue durée des études

Depuis des dizaines d'années, il existe une controverse sur la détermination des causes de ce phénomène. Mais il est clair qu'on ne peut pas considérer comme seul responsable soit le goût de la facilité des étudiants qui pensent en termes de 40 heures par semaine, soit le conservatisme des professeurs, soit le manque d'organisation et d'argent. Un catalogue de 23 mesures que la conférence des ministres de l'Éducation et de la Culture des « Länder » allemands ont rendu public les 23 et 24 juin de cette année donne une idée de la diversité des causes. 23 mesures afin de raccourcir la durée des études, cela implique bien évidemment qu'il y ait aussi 23 raisons expliquant l'état actuel des choses.

Sans aller dans le détail, on peut regrouper ces mesures de la façon suivante :

1. Diffusion d'informations et de conseils aux étudiants.
2. Concentration en vue de coordonner et ainsi de réduire les contenus des cours.
3. Amélioration de l'organisation des études et des conditions extérieures.
4. Meilleure conception des examens, réduction et concentration de la procédure d'examen.
5. Limitation dans le temps de la préparation du mémoire de fin d'étude.
6. Système de « récompenses » accordées aux étudiants et aux facultés pour des études plus courtes.

But : obtention du diplôme en 8 semestres et du mémoire de fin d'étude en 6 mois maximum.

Pour expliquer tous ces points, il faudrait au moins un quart d'heure pour chacun. Mais je suppose que vous connaissez les conditions régnant dans les universités, et que vous comprenez bien de quels problèmes il s'agit. Je voudrais très brièvement traiter de deux problèmes qui jouent un rôle important dans la technique des procédés et le génie chimique.

3. Les deux problèmes les plus controversés

3.1. « Liberté universitaire » contre « réglementation scolaire ».

La « liberté d'enseigner et d'apprendre » est un des idéaux des universités allemandes qui est ancré dans la Constitution de la RFA. Pendant bien longtemps, on a rejeté les programmes scolaires et les emplois du temps rigides. Les ministères de l'Education et de la Culture ont seulement pris des décisions quant à la durée normale des études (« Regelstudienzeit »), qui, la plupart du temps, devrait être comprise comme une durée minimale d'études. Des programmes d'étude élaborés par des sociétés scientifiques ou des commissions nationales de réforme des études sont intitulés « recommandations ». En fait cela devrait en principe pousser les étudiants à faire de bonne heure preuve d'autonomie et à prendre des responsabilités tout en protégeant les professeurs de la tutelle administrative et, même, de toute influence extérieure en ce qui concerne la conception de leurs cours.

Mais, ici aussi, la liberté est, comme toujours, liée au sens des responsabilités : il faut que les étudiants travaillent avec zèle, essayent de perdre le moins de temps possible pour des emplois temporaires et s'imposent une semaine de 60 heures de travail. Pour atteindre ce but, un programme d'étude plus rigide et un meilleur contrôle des résultats des études seraient nécessaires, au moins pendant les premières années d'étude. Bien sûr, cette exigence se heurte à la résistance de bien des étudiants : ils crient en la traitant d'« école élémentaire », alors qu'ils devraient savoir que la longueur des études leur nuit.

Les professeurs, eux aussi, doivent faire preuve de discipline ; il faut qu'ils compriment leur enseignement et le débarrassent de ses éléments conservateurs lorsque des données nouvelles s'y ajoutent. Ils ne doivent pas s'évertuer à compliquer les examens, car les étudiants perdent beaucoup de temps en préparant trop longuement leurs examens.

Il n'y a plus de temps à perdre pour prendre les mesures nécessaires à une réduction du temps des études, c'est la responsabilité propre de chaque université. Les hommes politiques et l'administration sont déjà prêts à prendre plus d'influence dans le domaine administratif — ce qui signifierait plus de bureaucratie et une limitation de la liberté des professeurs et des étudiants. Le ministre fédéral de l'Education a déjà qualifié la liberté d'apprendre et d'enseigner de « vache sacrée » à laquelle il faudrait porter atteinte si cela était nécessaire.

3.2. « Education de base » contre « spécialisation »

Au début du 19^e siècle, le réformateur universitaire prussien de renom, Wilhelm von Humboldt, a créé le terme d'« apprentissage par la recherche ». L'unité de l'enseignement et de la recherche est depuis considérée comme la base de toute éducation universitaire — et donc également dans les sciences naturelles et le génie chimique.

En principe cela est vrai. Mais avant que le jeune chimiste ou ingénieur ne soit mis en contact avec la recherche, il doit apprendre l'outillage. L'étude de la technique des procédés a été développée à partir des traditions de l'étude de la construction des machines. Le tableau 4 montre — seulement comme exemple — la répartition des matières étudiées par rapport à l'ensemble des études.

Nous en tirons trois conclusions :

Première conclusion :

— L'enseignement des bases de la construction mécanique et des bases scientifiques en chimie et en physique prend environ 66 % du temps. Cela signifie que toutes les mesures visant à raccourcir les matières d'enseignement dépendent de la coopération entre les professeurs dans les matières de base, celles qui prennent le plus de temps dans les études. C'est une situation délicate pour les professeurs qui représentent les matières spécialisées de la technique des procédés.

Länder-Studienreformkommission
MB/VT, 1986

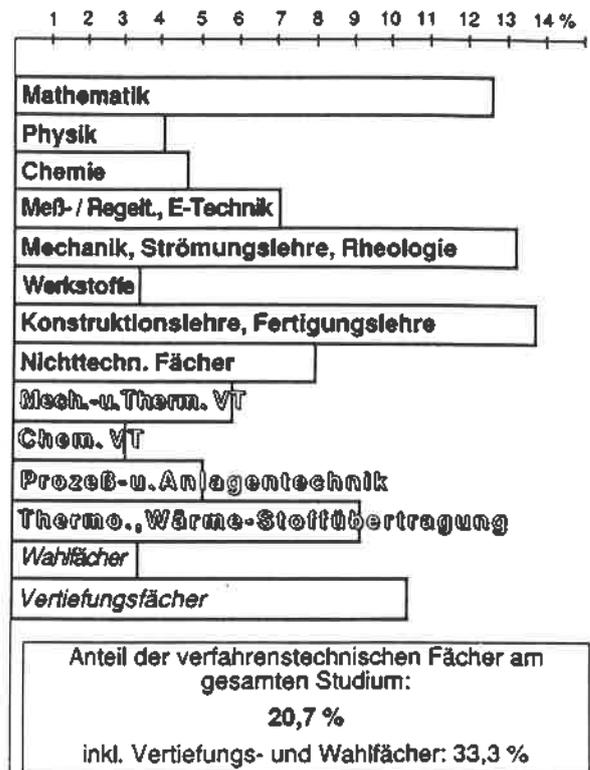


TABLEAU 4. — Brochure « Konferenz Verfahrenstechnik », tabl. 4, Länder Studienreferenz Kommission MB/VT 1986.

Deuxième conclusion :

— De temps en temps, des ingénieurs de la technique des procédés qui travaillent dans l'industrie demandent qu'on leur transmette des connaissances supplémentaires, qui sont nécessaires à leur travail.

On cite en particulier :

1. Les techniques de mesure, de régulation et d'automatisation.
2. La technologie des matériaux.
3. La technologie de la protection de l'environnement.
4. Les sciences économiques.
5. La législation du travail et le droit social.

On ne peut guère raccourcir la durée des études, si on répond à ces souhaits qui sont formulés, en partie, par les ingénieurs se référant à leur expérience pratique. Il est vrai qu'ils caractérisent des domaines de travail futur bien définis pour les ingénieurs de la technique de procédés, mais ce ne sont seulement que de petits groupes d'ingénieurs qui auront besoin de ces connaissances très spécialisées.

Troisième conclusion :

— C'est pour cette raison que cette partie de la transmission des connaissances doit être transférée dans la formation continue. De toute façon, il est de plus en plus nécessaire d'apprendre pendant toute la vie. Les sociétés scientifiques en collaboration avec les universités sont appelées à établir dans ce but les conditions préparatoires favorables sous la forme d'un programme de formation continue systématique. En RFA, la DECHEMA et la VDI Gesellschaft Verfahrenstechnik ont développé en collaboration avec l'Académie

Suisse des Sciences Techniques (Schweizer Akademie der technischen Wissenschaften) un programme de 64 cours de formation continue.

La prochaine étape devra s'efforcer d'intégrer l'éducation universitaire et la formation continue. Des connaissances spéciales bien définies qui sont nécessaires à la pratique professionnelle doivent être transmises grâce à la formation continue pour que les études à l'université puissent se concentrer sur les connaissances de base dont tous les jeunes ingénieurs ont besoin dans la chimie industrielle.

4. Conclusion

Je me suis limité à des exemples de la technique des procédés parce qu'une conférence sur les problèmes de formation dans le domaine de la technique des procédés vient d'avoir lieu le 20 septembre de cette année à Hanovre et qu'ainsi des informations récentes sont disponibles. Dans la chimie industrielle — qui est une des branches de la chimie — les problèmes

sont semblables et même peut-être plus graves parce que dans ce cas, la durée des études, le doctorat obligatoire inclus, est en moyenne de 18 semestres et plus.

Pour conclure mon exposé, je voudrais me prononcer pour le maintien de l'éducation de base solide et complète. La flexibilité dans le choix du domaine de travail, la mobilité nécessaire à travailler partout en Europe de même que la capacité et la volonté d'acquérir par soi-même des connaissances dans des domaines nouveaux, également interdisciplinaires, de la science sont seulement possibles si elles s'appuient sur un fondement solide de connaissances de base. Il faut tout d'abord être un ingénieur ou un chimiste — c'est seulement ensuite qu'on peut devenir un expert des questions de la protection de l'environnement, un directeur d'entreprise, un professeur d'université ou même le directeur d'une Dechema.

Remerciements à Mme Gabrielle Kurth, Frankfurt (RFA), pour la traduction et à M. René Mormont, Bruxelles (Belgique), pour la révision.

La formation en Grande-Bretagne

R. SARGENT

professeur, Imperial College of Science and Technology, Londres (Grande Bretagne)



C'est déjà assez compliqué de comprendre le système allemand et maintenant je vais compliquer les choses encore plus en parlant du système anglais.

En Angleterre, on n'a pas de grandes écoles et donc la voie pour devenir ingénieur passe par les universités.

Le filière académique est présentée dans le *tableau 1*. J'ai pensé que c'est une bonne idée de prendre pour référence l'âge de 16 ans, parce que c'est à partir de cet âge que le système anglais et le système français divergent.

A l'âge de 16 ans, on a un examen qui est choisi par environ 20 % des jeunes et qui s'appelle « O-level » (le niveau ordinaire). Vous voyez que c'est un enseignement assez généralisé : une dizaine de sujets couvrent toute la gamme des mathématiques, sciences et humanités. Mais à partir de cet examen, on se spécialise jusqu'à 18 ans sur les cours de niveau avancé « A-level » ; normalement, on étudie seulement 3 sujets. Pour un ingénieur chimiste ou un ingénieur de génie chimique, ce seront les mathématiques, la physique, la chimie et il n'y a qu'un cours de culture générale en plus. Donc, on est bien spécialisé à partir de l'âge de 18 ans. Ceci nous permet de faire une licence à l'université, de 18 à 21 ans, et vous voyez que, dans le domaine de la science, on a le « B. Sc » pour la chimie, ou le « B. Eng » pour le génie chimique. Après avoir obtenu le diplôme principal, on peut aller plus loin, en faisant un degré « Master » ou en faisant de la recherche pour un doctorat.

Age

16 ans	<u>O-level</u> (niveau ordinaire) Normalement 6 à 10 sujets: Par exemple: anglais, français / allemand, mathématiques, mathématiques avancées, physique, chimie, biologie, histoire, géographie, économique.
18 ans	<u>A-level</u> (niveau avancé) Normalement 3 sujets principaux par exemple: mathématiques, physique, chimie En plus — études générales
21 ans	<u>Bachelor's Degree</u> (cours de 3 années) B.Sc. Chimie B.Eng. Génie chimique
22 ans	<u>Masters Degree</u> M.Eng. — cours de 4 années M.Sc. — cours spécialisés d'une année M.Phil. — recherche (deux années minimum).
24 ans	<u>Doctorate</u> Ph.D. — recherche (deux années minimum).

TABLEAU 1. — Cours académiques.

On a 3 types de degrés « Master ». Le premier est « M. Eng », mais c'est un peu spécial, car c'est un cours de 4 années qui commence à l'âge de 18 ans et va jusqu'à 22 ans. Il existe depuis 1984.

On a remarqué qu'il y avait assez peu d'étudiants qui continuaient après le « B.Sc » pour faire le degré de « Master » dans les sujets spécialisés. Le « Master » n'est pas apprécié dans l'industrie et très peu d'étudiants le faisaient. On avait donc un manque d'ingénieurs avec un enseignement plus avancé que le degré primaire. On a alors suggéré que peut-être 20 % des étudiants allant jusqu'au niveau ingénieur doivent suivre un cours plus long de 4 années, allant directement jusqu'à « M.Eng ». Comme ça, on ne les perd pas à la fin des 3 années.

Autrement, on a depuis longtemps des degrés de spécialisation d'une année qui amènent à « Master of Science » « M.Sc. ».

Où encore, on peut faire de la recherche plus simple que pour un doctorat et qui ne dure que 2 années académiques, et qui conduit à « M.Phil ». Pour aller plus loin en recherche, c'est-à-dire pour faire un doctorat, il faut que ce soit un travail original et la durée minimale est de 2 années. Mais, en général, les gens font au moins 3 années et souvent 4. C'est donc cela la différence entre « M.Phil » et « Ph.D ».

Un degré est bien suffisant pour pratiquer comme ingénieur dans l'industrie, mais cela ne donne pas un titre professionnel, qui serait délivré par une « institution professionnelle ». En Angleterre aussi, on n'a pas de titre protégé par la loi. La licence à l'université c'est la chose qui est protégée, mais depuis longtemps, 150 années à peu près ; on a reconnu que l'enseignement académique n'est pas suffisant pour assurer une compétence professionnelle. Donc, on a dû créer en Angleterre un certain nombre de sociétés qui s'appellent « Institutions » et qui ont le devoir d'assurer les compétences professionnelles de leurs membres. Toutes ces institutions opèrent sous l'autorité d'une charte royale qui leur donne la responsabilité de la compétence professionnelle. C'est en dehors du gouvernement et c'est permanent, cela dérive de la Reine et cela donne une autorité qui est quand même privée.

Pour acquérir un titre professionnel, on doit devenir membre d'une de ces sociétés. On a des institutions consacrées au génie civil, au génie mécanique, au génie électrique, au génie chimique, etc. Il y en a ainsi une soixantaine.

Pour obtenir le titre professionnel (tableau 2), on doit commencer avec une qualification académique qui est B.Eng. ou M.Eng. (on ne compte pas l'année en plus pour le master « M.Eng »). Mais, en plus, il faut avoir quatre années d'expérience pratique dans l'industrie. C'est-à-dire deux années

Ingénieurs – "Chartered Engineer" – C.Eng.

Qualification académique:	B.Eng. ou M.Eng.
Formation technique:	2 années
Expérience professionnelle:	2 années

Chimistes – "Chartered Chemist" – C.Chem.

Qualification académique:	B.Sc.
Expérience professionnelle:	2 années
"Structured assessment"	1 année

TABLEAU 2. — Titres professionnels.

d'expérience surveillée, formation technique sous la surveillance d'un membre de l'institution qui donne un avis à l'étudiant en question et qui fait un rapport à la société sur le travail de cet étudiant pendant ces deux années. Et puis ce sera suivi de deux années d'expérience professionnelle proprement dite où l'ingénieur assume sa propre responsabilité. A la fin, il faut un rapport de la société en question qui apprécie la compétence professionnelle de l'ingénieur. Après cela, on peut devenir membre de l'institution, ce qui implique le droit de mettre après son nom les lettres « C.Eng » (Chartered Engineer). Le mot « Chartered » cela dérive de la charte royale de l'institution en question.

Pour les chimistes c'est un peu différent. Pour les ingénieurs de génie chimique, on pense que l'expérience pratique dans l'industrie est absolument essentielle, mais pour les chimistes pratiquer au sein de l'université est aussi bien que dans l'industrie. En fait, pour les chimistes, les quatre années sont ramenées à trois années d'expérience professionnelle qui suivent la licence et peuvent être passées soit dans l'industrie soit dans l'université. Pour les deux premières années, c'est une simple expérience professionnelle, mais la troisième année d'expérience doit être bien suivie, là aussi, par un membre de la société avec un rapport d'activité pendant cette année.

Donc, pour le titre professionnel, on a les deux choses, une qualification académique et une expérience pratique surveillée dans la profession même.

Alors passons à l'autre filière, la filière technique (tableau 3). C'est une formation parallèle aux universités qui est faite dans les collèges techniques et en partie dans les polytechniques.

J'aurais dû parler des polytechniques avant, car les polytechniques en Angleterre ne sont pas comme les universités. C'est un intermédiaire entre les collèges techniques et les universités. Normalement, ils s'occupent d'une formation technique, au-dessous de la licence mais, depuis un certain nombre d'années, ils ont le droit de donner aussi des licen-

Age

16 ans Certificate of Secondary Education (CSE)
Normalement 3 à 6 sujets.

18 ans National Certificate
Cours pratique

22 ans "Engineering Technician" – Eng. Tech
National Certificate
+ 2 années de formation technique
+ 2 années d'expérience pratique

16 ans O-levels

18 ans A-levels

20 ans Higher National Diploma (HND)
Cours pratique

24 ans "Technician Engineer" – T.Eng.
4 O-levels + 1 A-level + HND
+ 2 années de formation technique
+ 2 années d'expérience pratique

TABLEAU 3. — Formation technique.

ces. La différence, c'est qu'il y a un Comité National (CNAA) qui décide du programme d'études, du niveau d'études, des examens et l'impose aux polytechniques, tandis que les universités se montent elles-mêmes. Les polytechniques ont donc le droit de donner des licences « B.Sc » ou « B.Eng », mais ils s'occupent aussi du niveau technique en-dessous.

Pour les bons techniciens, on passe d'abord à l'âge de 16 ans les examens qui constituent le « Certificate of Secondary Education » (CSE). C'est un examen qui est plus simple et moins académique que le « O-level » (niveau ordinaire). Après, ils font à 18 ans le « National Certificate » qui est un cours relativement pratique et pas très académique. C'est vraiment pour former des techniciens et c'est très différent des niveaux avancés (A-levels) que l'on fait dans les écoles pour aller à l'université.

« National Certificate » est le certificat nécessaire comme base académique, pour aller jusqu'au grade « Engineering Technician » (Eng.Tech). Si l'on veut le mettre après son nom, il faut donc le « National Certificate », deux années de formation technique surveillée et deux années d'expérience pratique comme pour l'ingénieur proprement dit, mais c'est au niveau technique.

Il existe un grade intermédiaire entre le technicien et l'ingénieur qui est dans la deuxième partie, et ceci vous voyez commence par « O-level » et « A-level ». C'est donc la route académique, mais s'ils ne font pas suffisamment bien pour aller à l'université, ils peuvent suivre dans les polytechniques ou même les collèges techniques un cours qui s'appelle « Higher National Diploma » (HND). C'est aussi un cours pratique, mais qui est nettement plus élevé que le « National Certificate » et s'étale de 20 à 24 ans. Il est basé sur les niveaux avancés, donc c'est plus académique, mais c'est quand même pratique. Alors si on a le « HND », on a le droit après une certaine expérience (deux années de formation technique, deux années d'expérience pratique) d'avoir le grade de « Technician Engineer » qui se désigne par T.Eng après son nom.

Donc il y a trois grades possibles : « Eng.Tech », qui est le plus bas, c'est technicien, puis « T.Eng » qui est ingénieur technicien, je crois que cela correspond à peu près à votre DUT, mais je n'en suis pas sûr. Et puis, finalement, « C.Eng » « Chartered Engineer » qui est l'équivalent de votre diplôme d'ingénieur. Ceci est déjà assez compliqué mais il faut dire que l'on va tout changer maintenant ; on a aussi d'ailleurs plusieurs variantes.

Premièrement, au lieu du niveau ordinaire et « Certificate of Secondary Education » (CSE), on va avoir un seul examen qui s'appelle « General Certificate of Secondary Education » (GCSE). En fait, on aura différents grades pour différencier entre ceux qui sont suffisamment bien pour être techniciens et les autres qui peuvent aller jusqu'à l'université. Mais l'autre différence est que cet examen est basé beaucoup plus sur le travail en cours d'année et les notes sur les cours, plutôt que sur les résultats des examens écrits à la fin du cours. C'est donc très différent comme jugement porté sur les étudiants. Les cours sont beaucoup plus pratiques avec moins de théorie jusqu'à l'âge de 16 ans. On va avoir beaucoup de changements quand ces gens arriveront à l'université, parce qu'ils seront nettement moins préparés au niveau de 16 ans. Et même si on ne changeait pas les niveaux avancés, on disposerait d'une préparation moindre au commencement des études universitaires.

Mais on va changer aussi le niveau avancé. On va le remplacer par la possibilité de faire jusqu'à 6 ou 7 sujets au lieu de 3 sujets et ça s'appelle « AS-level ». A chaque sujet est consacré la moitié du temps, de sorte que faire deux sujets prendra le même temps que le « A-level », c'est donc moins avancé. L'idée est que l'on garde une éducation plus générale jusqu'à l'âge de 18 ans. On se rapproche ainsi de votre baccalauréat, mais en même temps, les gens seront nettement moins spécialisés dans les sciences et donc on doit changer de nombreux

cours d'université. De grands changements vont donc intervenir dans les 2 ou 3 années qui suivent.

A part cela, il y a des variantes. Il n'est pas obligatoire que les gens viennent directement à l'université de l'école à l'âge de 18 ans. Ils peuvent aller dans l'industrie faire un stage pendant une année avant de venir à l'université. Il y a beaucoup d'universités qui font des cours suivis pendant cette année, et ils vont visiter les étudiants pendant leur stage dans l'industrie. Les étudiants suivent souvent des cours de mathématiques, de dessin, etc., pour qu'ils soient mieux préparés pour commencer leurs cours à l'université.

On a aussi des cours d'université qui s'appellent « sandwich ». Il existe un « sandwich » épais et un « sandwich » mince. Il y a deux types de « sandwich » épais. Dans le premier type, l'année de stage industriel vient avant le commencement, puis trois années de cours normal et finalement une année de stage pour devenir ingénieur. Dans le deuxième type, on peut faire deux années à l'université directement à la sortie de l'école ; une année de stage en industrie, puis l'année finale en université. Vous verrez que, dans les deux cas, c'est toujours un cours de trois années à l'université.

L'autre type, le « sandwich » mince, est constitué de six mois à l'université suivis de six mois de stage en industrie et cela se fait en alternance pendant quatre années pour obtenir la licence. Alors là, vous voyez, en faisant un peu d'arithmétique, qu'il n'y a que deux années d'études et deux années de stages. Cela amène à un « B.Sc » ou à un « B.Eng », mais avec moins de formation académique et plus de formation industrielle.

J'ai pensé que pour terminer il serait peut être intéressant que je vous fasse part des questions qui nous préoccupent en ce moment en Grande-Bretagne au sujet de notre formation. Nous aussi, nous ne sommes pas très contents de ce que nous faisons en ce moment. On a des changements imposés comme je vous l'ai expliqué, mais on a aussi des préoccupations qui viennent du changement de l'industrie elle-même.

Etant ingénieur de génie chimique, je parle plutôt de génie chimique que de chimie, mais je crois que ces mêmes questions sont aussi pressantes pour les chimistes.

Alors la première préoccupation est que l'on fait toujours des progrès. Il y a des gens qui veulent toujours ajouter des choses aux cours et les gens qui font les cours ne veulent évidemment pas laisser tomber les choses qui sont déjà là, donc cela devient de plus en plus comprimé et on a un problème. Comment faire face à ce problème, que faut-il laisser tomber, comment peut on réarranger les choses pour avoir une formation meilleure, plus efficace, etc. ?

On a aussi une gamme croissante de technologies spécialisées, par exemple la biotechnologie. Jusqu'à présent, on avait les sciences physiques, la chimie, les mathématiques. Maintenant, il faut mettre la microbiologie et, pour une connaissance élevée, il faut aller suffisamment loin. Est-ce nécessaire de faire cela pour tous les étudiants de génie chimique ou est-ce que l'on fait une spécialisation (peut-être par master, peut-être par cours spécialisé dans l'année finale, ou est-ce qu'on laisse cela à la formation continue ?

On a le même problème pour le traitement des minéraux qui est assez différent. On a besoin de la géologie en plus de la physique et de la chimie.

L'industrie des semi-conducteurs, c'est un peu le même problème, il faut beaucoup de connaissances sur les matériaux, sur ce que l'on a l'habitude de faire dans les cours de génie chimique en Angleterre.

Il en résulte qu'en Angleterre, il existe des options spécialisées dans l'année finale. Mais on a aussi les cours niveau Master qui, comme je vous l'ai dit, ne sont pas bien suivis parce que l'industrie n'apprécie pas le Master.

On fait beaucoup de formation continue en Angleterre, mais ce sont seulement des cours qui vont de deux journées à deux

semaines, rarement quatre semaines. Ce sont toujours des cours très spécialisés qui ne sont pas faits pour enseigner une discipline entière comme la biotechnologie. On ne peut pas faire tout ce qui est nécessaire pour devenir biotechnologiste. Etant donné les possibilités d'options spécialisées, on se demande si les cours de génie chimique doivent continuer à couvrir tout ce qui se fait en ce moment, c'est-à-dire les autres sciences de l'ingénieur, la mécanique, le génie civil etc. — et tant de chimie ! Peut-être les cours devraient-ils être beaucoup plus spécialisés sur les sujets de génie chimique proprement dit. C'est une grande question qui se pose en ce moment.

Par ailleurs, certains pensent que vous avez de très bons cours en France avec une bonne tradition de formation des ingénieurs généralistes. Ils disent que l'on doit le faire aussi en Angleterre. Il y en a d'autres qui disent qu'il y a de la place pour les ingénieurs généralistes, mais qu'il faut aussi garder les ingénieurs spécialisés dans chaque branche d'ingénierie.

Enfin, certains disent que l'on ne peut pas couvrir la gamme complète dans un cours généraliste et que les ingénieurs n'auront pas de vraies compétences professionnelles qui les rendent capables de pratiquer leur profession. Il faut donc laisser à l'industrie le soin de compléter cette tâche. Ceci est l'objet d'une grande discussion en ce moment en Angleterre.

Une autre question, c'est de demander jusqu'à quel point doit-on pousser la gestion, le « management » ; je sais que c'est aussi un problème pour les français.

Au niveau supérieur, il y a les cours de « Master » par tradition en Angleterre. Ils suivent la licence et c'est donc un grade intellectuel plus élevé, mais certains disent que c'est une spécialité qui doit être considérée au même niveau que la licence. Et je vois que le mastère des grandes écoles que vous avez introduit, c'est exactement ça. La fin du Master est au même niveau que votre diplôme d'ingénieur, mais il faut avoir le diplôme d'ingénieur pour faire le Master.

Pour les étudiants de recherche, est-ce que c'est suffisant de faire de la recherche ou est-ce que l'on doit en même temps essayer d'atteindre un niveau intellectuel plus élevé par les cours avancés, avec un Master en même temps que les doctorats ? C'est encore une question.

Pour nous, les universités et les polytechniques sont un problème local. Les polytechniques étaient des collèges techniques qui s'occupaient de la formation technique. On leur a donné le droit de délivrer des licences, des degrés « B.Eng », « B.Sc ». Maintenant les polytechniques veulent devenir des universités, mais les universitaires disent qu'il y a deux rôles distinctifs : la formation académique et la formation technique. Si tout le monde devient université, on va perdre un élément important de la formation en Angleterre, la formation technique. C'est donc une grande question.

Et finalement, si je peux poser une question qui concerne nos deux pays. On veut bien échanger des étudiants avec l'Europe et en particulier avec la France, mais c'est difficile de motiver les étudiants de venir dans un pays étranger pour une année complète. Il y a la question de la langue. Est-ce que l'on a besoin de faire des cours spéciaux ? Est-ce que l'on suit suffisamment de cours en commun pour qu'il soit possible à un étudiant anglais de venir en France pour faire un de vos cours de diplôme d'ingénieur et que ce soit possible dans l'autre sens ?

D'un côté, vous avez fait beaucoup plus de mathématiques dans les classes préparatoires, donc nos étudiants ont un problème de ce point de vue là. Mais de l'autre côté, nous avons plus de cours pratiques et plus d'expériences pratiques et donc les étudiants français auront aussi des difficultés dans l'autre sens. Alors est-ce que l'on a besoin de considérer un cours spécial simplement pour les gens qui changent de pays ?

Quelle proportion de temps doit-on y mettre pour la langue, pour la culture ? Comme quelqu'un l'a dit ce matin, c'est la culture qui est aussi importante que la langue même et il faut l'enseigner pour que, quand les gens iront dans d'autres pays, ils soient bien préparés à vivre dans le pays en question.

Et finalement, quelle est la meilleure année ? Avec Nancy et Toulouse, nous avons décidé de réserver l'année finale pour avoir la meilleure chance d'une préparation adéquate. Mais il semble que nos étudiants hésitent à venir parce qu'ils ont l'impression d'abandonner notre cours à mi-chemin, et le travail de l'année finale compte beaucoup dans le grade final.



Chemical Engineering Education in the Netherlands

W.P.M. van SWAIJ
University of Twente, The Netherlands

Chemical Engineering is extremely important for the Dutch economy. The system for chemical engineering education set-up by the (technical) universities is discussed. It can be expected to fulfill all the requirements of the different labour-market sectors. The second phase education, which is an essential part of the system, is endangered by the lack of financial support as well as other political/organizational factors.

In my presentation on the Dutch university education system for chemical engineering, I will specially refer to process engineering. On the one hand, this is an important restriction because chemical engineering is much wider, but, on the other hand, process engineering also refers to activities outside the chemical industry such as in food processing, steel making, petroleum industry, numerical processing, etc. Apart from the fact that process engineering is an important branch of chemical engineering, I am personally involved in this area and know it best. Whenever appropriate, I will extent the different aspects to chemical engineering education as a whole or even to chemistry.

The Netherlands, with over 14 million inhabitants, has in relation to its size an important chemical industry; because of its favourable position at the Rivers Rhine and Maas delta (Europort) it also has large oil companies and their a large (balancing) oil refinery capacity. The yearly turn-over of the chemical industry is Dfl. 40.10⁹ (about 120.10⁹ FF).

In the Dutch chemical industry, in the restricted sense, excluding refineries, food industries, etc. the number of people employed is 90,000 but a much larger number of workers depends indirectly on the chemical industry (300,000). An important number of very large companies have their homebases in the Netherlands, (e.g. Shell (shared with the U.K.), Akzo, DSM, Unilever, Gist Brocades) while others have important facilities inside the Netherlands (e.g. Dow, Exxon, etc.).

One would expect that the Dutch government with strong support of the chemical industry, would do its utmost to protect the future of the chemical industry on the long term and would invest specially in chemical engineering education, thus safeguarding its most important asset: the people and especially the chemical engineers. In my opinion this is not true at the moment, and high risks are at present being taken which may endanger future Dutch staff provisions.

The Dutch University System

The system has been changed drastically, over the last six years. Most of the courses, including chemical engineering, previously took five years in theory. In practice, most students actually needed 6-8 years for successful completion of their studies. This was considered too long and too expensive and so, after a long debate, a uniform course length of four years was imposed on all disciplines. There was considerable opposition to this as it was felt that although for many professional activities the four years course should be sufficient, for research and development, additional education and training would be required. To some extent, this requirement can be fulfilled by the existing Ph.D. programs, but larger number of R&D workers are needed and at a lower cost than could be produced by these programmes.

Before we present in detail the present Dutch system for chemical engineering education, we should first shortly mention a few general properties of the Dutch university system (see Table I).

TABLE I. — Some properties of the Dutch university system.

- All universities are of the same level (by definition)
- No entrance examinations
- VWO (baccalaureates in France) candidates from the relevant streams are accepted (except numeris clausis)
- Selective examinations only after the first year (pro-paedeutic examination)

Apart from the particularities mentioned, it is good to mention that the generally accepted political aspects are: that higher education should be accessible to many candidates; the success rates in achieving the degrees should be sufficiently high (60%); and that the costs should be reduced (at almost all costs).

Fig. 1 shows schematically the present system. In fact, as in many other countries, the chemical engineering education inside the university system is more oriental towards the scientific approach, research and development, there being a high level of abstraction; there is also an education available outside the university system which is more directed to the present-day practice of application of known chemical engineering principles. Many of the second type of course are also of a good general level and lead to a degree « Ing ». At 12 years old, after his basic education, a child must select a route through a secondary education which normally has the first year or first two years in common. For direct entrance to the university a VWO-certificate is required, while HAVO is sufficient for the technical colleges (previously called HTS

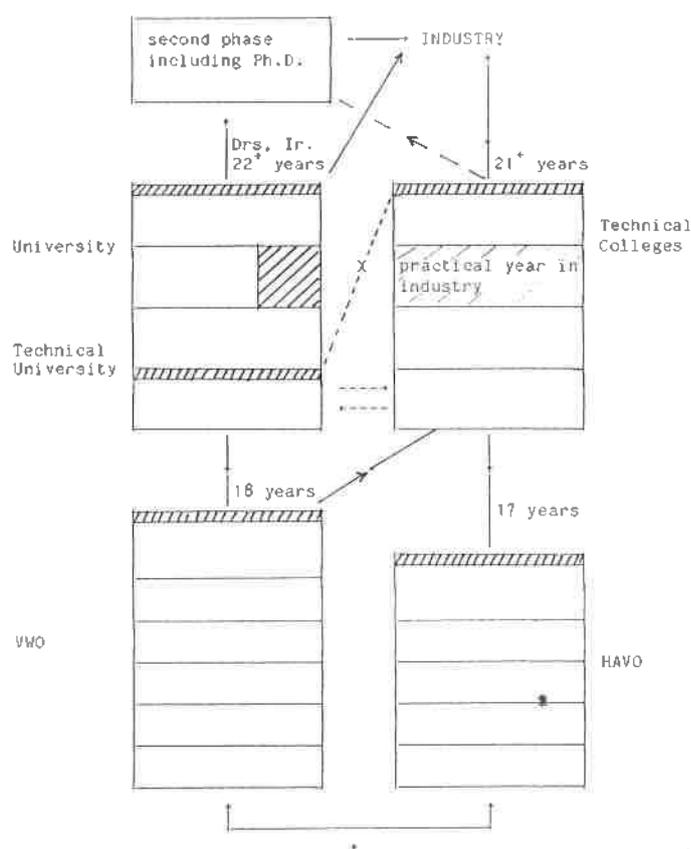


FIGURE 1. — Schematical presentation of chemical engineering education at the university and at the technical colleges in the Netherlands. Important examinations are indicated. Each horizontal box represents one year.

in Dutch, now Technische Hogescholen). Step-over in or after the first year are possible, furthermore, after completion of the technical college, a shortened programme is often available to enable the student to pass through the technical university (« Ir » course).

In principle, it is even possible for the holder of the Ing. title to enter a Ph.D. programme directly, but this is seldom done. I will not discuss the technical colleges any further and will now concentrate on the university systems. At the (technical) university, the course duration is four years, but in practice students may take up to six years for completion of their studies. After successful completion of the course, the students obtain their « Ir » degree. The corresponding degree for chemistry is « drs ». A decision has then to be

taken whether to obtain a job (e.g. in industry) or to continue the education with another (one-or) two-year course of a four year Ph.D. course. The latter leads to a doctorate. Table 2 gives an overview of the faculties at the Dutch Universities. The university of Groningen has a smaller sub-faculty which also has the possibility of giving a chemical-engineering style rounding off of a joint chemistry course leading to the « Ir » degree.

TABLE 2. — Universities and technical universities with chemistry and chemical engineering faculties.

Chemistry faculties	
Amsterdam (U.v.A)	
Amsterdam (V.U.)	
Utrecht (R.U.U.)	Drs
Leiden (R.U.L.)	
Groningen (R.U.G)	
Nijmegen (K.U.N.)	
Technical university Chemical engineering faculties	
Delft (T.U.D.)	
Eindhoven (T.U.E.)	Ir.
Twente (U.T.)	
(Groningen) (R.U.G.)	

Fig. 2 shows the entrance numbers for the universities and technical universities. In recent years, the technical universities have become more popular, at least partially due to the excellent employment outlook. The total numbers are expected to at least stabilize or decline due to demographic development. On the other hand, this may be compensated by a recent increase in the number of female students in chemical engineering.

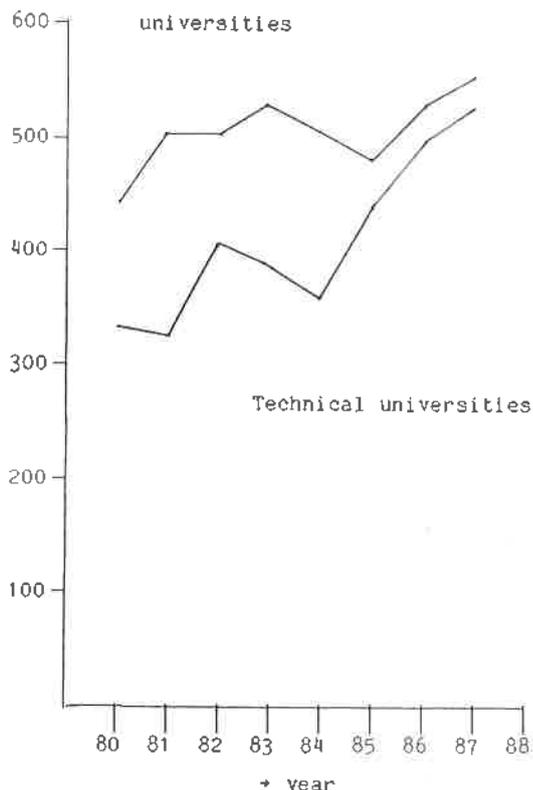


FIGURE 2. — Inflow of students chemistry and chemical engineering.

Fig. 3 shows the hold-up numbers and Fig. 4 the numbers of graduates. Due to the averaging and time delays, these figures do not yet show as clearly the relative increase in interest in chemical engineering.

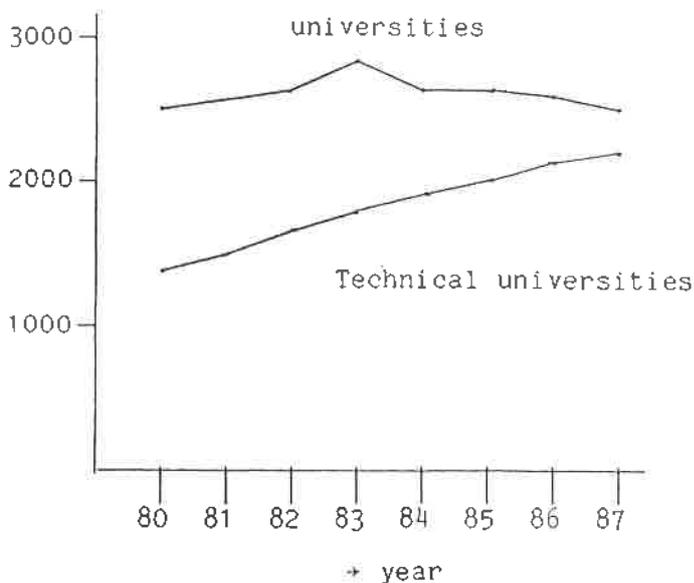


FIGURE 3. — Hold-up of student chemistry and chemical engineering.

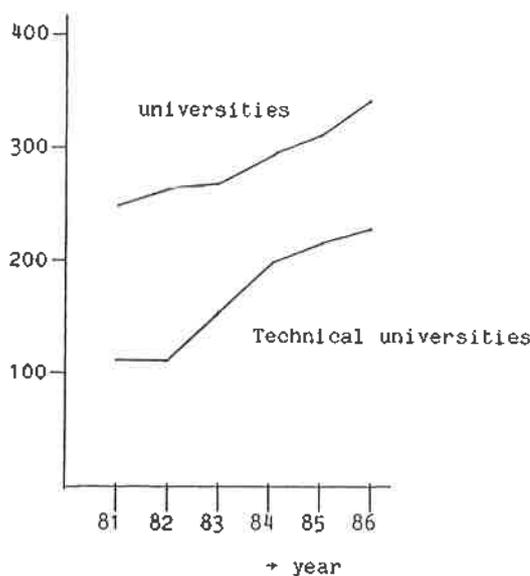


FIGURE 4. — Graduates chemistry and chemical engineering.

The hope that there will be a surplus of jobs will probably be justified, although the degree of acceptance of the new four year graduates in comparison to the old five year graduates is uncertain and cannot yet be checked until sufficient experience has been gained.

As shown schematically in Fig. 5, both types of graduate will still be on the market for a few years and the new type of Ph.D. will only appear after 1990; there are (virtually) no short (1 a 2-year) second phase graduates on the market as yet. It may therefore take a few years before the situation has settled.

year

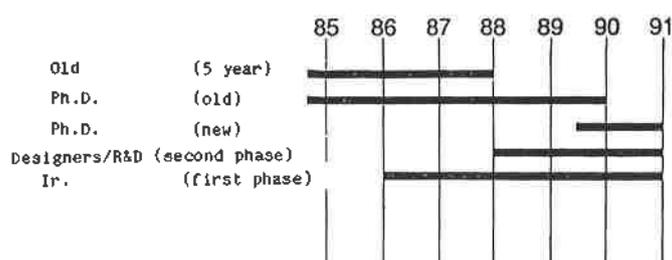


FIGURE 5. — Market situation.

TABLE 4. — Provisional impression of 4 year chemical engineering programme if compared to the former 5 years program.

- + high level of abstraction
- + increased efficiency
- + improved more intensive teaching
- + concentration on essential courses
- less practical training
- no time for mental recovery
- more passive attitude of the students
- too little time for own investigation
- no time for integration
- no time to form a clear picture of the profession
- in practice study takes more than 4 years

Course description

It is not possible to go into detail on all the chemistry and chemical engineering courses. I will only give an impression of a process technology-oriented four year programme which we have developed at the Twente University. Although courses at other technical universities may be different in detail with respect to content and order, it can nevertheless be considered typical. An overview is given in table 3. Not all the individual disciplines are mentioned and only the most important areas are given. Note that in the early years, the teaching is mainly directed to physics, mathematics and chemistry while process technology oriented courses become dominant in later years. The last year 7-9 months are devoted to a research or development project and 2-3 months are spent in industry to gain some insight and experience there.

Positive factors can be derived from the fact that during the reprogramming, the whole content of the programmes have been thoroughly reviewed and efficiency has been increased. However, some negative points have also been observed, most of them resulting from an increased study load on the students per unit time. It is probably fair to conclude that the programme as a whole may be too heavy for the average student to be completed in four years only. In industry, the four year graduates are considered to be suitable for most starting functions in operational practice. The advantage of the fact that the graduates are younger just compensates for the reduced broadness of their education. For research and development, however, the graduates are less suitable in comparison with those in the past and a broader scientific background and somewhat more training in the scientific methods is required.

TABLE 3. — Ir course in chemical engineering (also called first phase).

year	basics	process
1st (propad.) <i>Introduction</i>	mathematics thermodynamics material sc. programming	process technology (intro.)
2nd	organic chem. inorg. chem. phys. chem. statistics	intro. phys. transport phen. phys. transport phen. chem. techn.
3rd	catalysis indust. org. chem.	phys. transport phen. economics of techn. equipment engng. reaction engng.
4th	phys. separ. high-pressure techn. phys. transport phen. applied proc. techn. optimalization of proc. des. 7-9 month practical research

Results in practice

Although, as stated above, it is still too early to give definitive answers on the question whether the four year course can be considered to be a success, an early evaluation is important because of the time scales involved. We were all used to the five year course and those graduates were fit for all «starting» functions in the chemical engineering branch, ranging from R&D to operational functions. An overview with positive and negative observations is given in table 4.

Second phase education

The situation as appearing from the preliminary evaluation of the shortened course was anticipated, and in fact was accepted, because it was envisaged and promised to the universities that, especially for talented students interested in R&D, the study would not be shorted but even prolonged. It was suggested that about 30 % of all graduates would be allowed to follow a second-phase education. There would in fact, be three possibilities for a graduate: one year addi-

nal research, a two year second phase course including research or design; and the four year Ph.D. course.

For chemistry and chemical engineering, the optimal situation would be that from the 700 first phase graduates 350 would go to their first job, 175 would follow a Ph.D programme (more Drs. than Irs) and 175 graduates would pass to the second phase education.

These figures have not been invented by the universities but can be derived from two successive inquiries by the Royal Dutch Society of Chemistry. Projected demands for second phase graduates were obtained from chemical corporations, large research institutions, engineering bureaus and governmental institutions. The results of the latest inquiry, which only deviates marginally from the one held in 1982, for chemical engineering (see table 5) and chemistry (see table 6) indicate that the above mentioned figures certainly are realistic.

The actual situation at this moment is of course still in a growth phase. However, there are important indications that the targets may never be reached. Before analysing and dis-

cussing possible cause however, let us first look inside the two year second-phase programmes, taking the process development programme from the University of Twente (together with Groningen) as an example.

As a starting point, we will discuss the objectives as given in table 7. Of course, it cannot be expected that a graduate can master all these points in detail within two years. However it would be better in these aspects than the old five year graduates. The introduction time in industrial R&D jobs will be short and in smaller firms the graduate can even bring in new expertise immediately.

The set up of the programme is indicated in Fig. 6a. In the first year, supplementary courses are given (see Table 8) for students coming from other disciplines such as mechanical engineering (the process-oriented stream), physical engineering (some streams), etc. For all participants, 600 hrs of special courses are then given as specified in table 9. The student has to select 6 out of 8 courses, often in relation to the final project. Apart from the courses, the student has to participate in a plant design exercises in which as far as possible the different aspects mentioned in Fig. 6a are cove-

TABLE 5. — Demand for 2 years second phase graduates (KNCV inquiry 1988).

Chemical Engineering	5 largest Chem. Ind.	Other Chem. Ind.	Engineering firms	Total
Process technology	34	13	30	92
Products and Materials	16	9	—	32
Biotechnology	3	—	—	7
Total				131

TABLE 6. — Demand for 2 years second phase graduates (KNCV inquiry 1988).

Chemistry	5 largest Chem. Ind.	Other Chem. Ind.	Others	Total
Organic	10	2	9	21
Polymer	9	1	2	12
Anorganic/physical	11	2	4	17
Analysis	8	2	4	14
Biochemical/biological	2	—	2	4
Total				68

TABLE 7. — Second phase education.

Process development end terms :
<ul style="list-style-type: none"> ● Evaluation of state of technology ● Generation of alternative process routes ● Judgement of cost estimates (execution) ● Identification of core problems and generation of research and development programmes ● Execution of process development with effective communication with the specialists ● Development of new adaption of physical and chemical operations ● Development of process flow schemes, determination of main dimensions, piping, instrumentation and equipment ● Effective utilization of literature, patents, research report ● Effective reporting and publication

TABLE 8. — Upgrading of candidates from other disciplines.

Mechanical engineers Engineering physicists Chemists have to study additionally : <i>Transport phenomena</i> <i>Chemical reaction engineering</i> <i>Catalysis</i> <i>Economical evaluation</i> 0 — 480 hours
--

red. The second year is devoted to a process development project (1800 hrs) which has to be carried out by the student. The result can be a design, a report or a publication in an international journal.

In fig. 6b the second phase process development course is positioned in relation to the first phase and the Ph.D. programme. Although the possibility of a specialist Ph.D. study remains, most Ph.D. studies related to process technology at our university will incorporate the process development courses and the second year project will be replaced by (part of) the Ph.D. research work. It is thought that this would considerably enhance the market value of this type of Ph.D. degree.

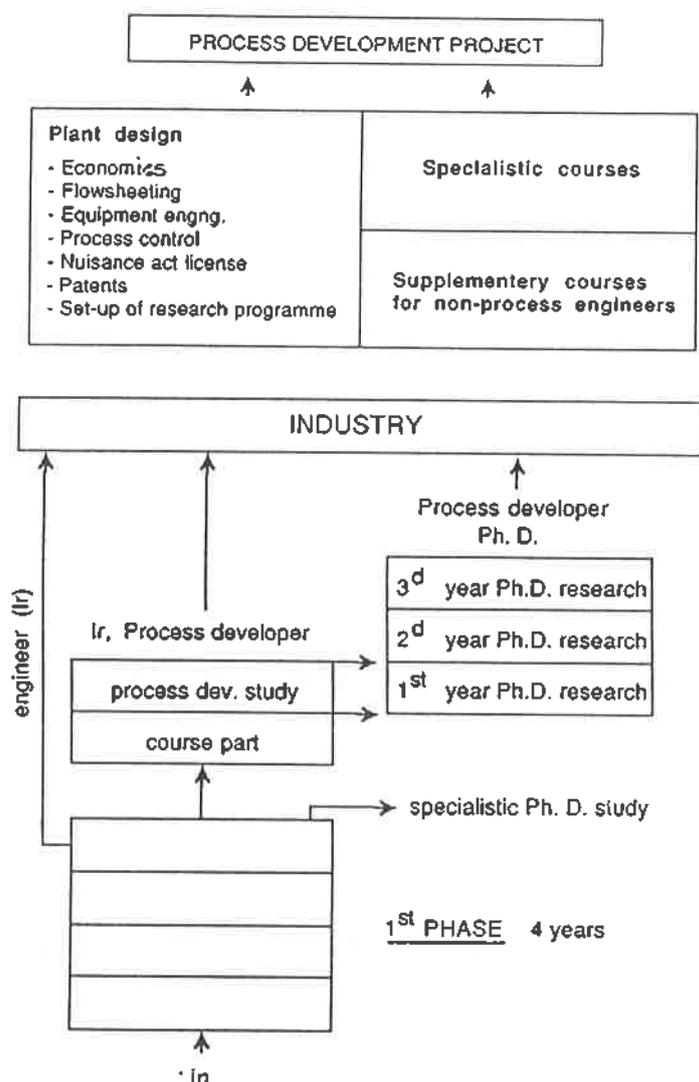


FIGURE 6.
a. Process development project.
b. Second phase process development course in relation to the first phase and Ph.D. programme.

TABLE 9. — Courses 2 years programme.

Process Development
Applied transport phenomena (pilot plant design)
Advanced separation techniques
Non-Newtonian systems and particle systems
Advanced chemical reaction engineering
Multiple phase reactors and scaling-up
Non-ideal systems in reactors and contactors
Advanced process catalysis
Energy technology and energy/exergy analyses
600 hours

The future of the Dutch two phase system

Table 10 gives the situation at the technical universities with respect to the second phase process technology in autumn 1988. The figures indicated are the student populations (hold-up). The required final hold-up as based on the different tasks set for the institutes are indicated between brackets. Although we are clearly still in the start-up phase, there is strong evidence that the required figures will not be reached. Problems are present in several different areas.

— Our chemical industry is passing through a very favourable period and there is a large demand for new graduates. Many students are tempted by the attractive salaries offered, which have to be compared with relatively low salaries or grants for another two years at the university. Furthermore, the situation on the market after two years cannot be predicted.

— Academic titles are an important asset in the Netherlands and, although students get an additional diploma (sometimes «certified»), they will not get an additional title. This decreases the interest.

— Apart from the second phase education, many students have to carry out military service and this adds another $\pm 1,5$ year delay to their career.

— The second phase programme get no special support from the government. This is in contrast with the general impression which was given when the system was announced. Support will be required for the students (AIOs) to pay a salary or grant for their living expenses and support will also be required for their research and education. The general attitude of the Dutch government is highly disappointing in this respect. Somewhat oversimplified, it was stated that if this two year second phase education was so important for the (chemical) industry, they should pay for it. The industry, from their side, pointed out that they were already bearing a heavy tax load and had no intention of paying for such infrastructural provisions. Even after the minister of education and industry came to an agreement (the universities were not involved in these discussions) on the most important two year programs («ontwerpersopleidingen») in what is known in the Netherlands as the «gentlemen's agreement» the situation has not improved and no additional funds have become available. This means that the second-phase education has to be financed from the general financial means within the different universities in competition with many other important things. In a field of «democratic» decision making at the universities, the outcome is highly unpredictable.

Some factors may be helpful for the second-phase education on the other hand. Industry has announced that only Ph.D.s and second-phase graduates will be selected for their R&D functions and that the time spent on further education will be reflected in the starting salaries. A very small financial support will perhaps come after all from our government and, together with all kinds of indirect and unofficial routes (e.g. via research contacts), some financial support is coming from industry. Finally, it is reassuring to see that a proportion of the professors and staff are apparently so enthusiastic that, without the support of the government and being overloaded and underpaid, they have nevertheless found the courage to start the programmes without any guarantee that will be appreciated in the longer term.

The Dutch two-phase system would be an excellent system for the education of our chemical engineers if it can be realized and it would certainly rank high among our fellow countries with in and outside the EEC. This would be rightly so, given the importance of the process industry for the Netherlands. It is difficult to see what is going to happen if, due to combined action of government, universities and industry the second phase should fail for reasons which, in my opinion, are penny-wise-pound foolish. The Dutch chemical industry will possibly have to educate the Dutch first-phase students themselves to adapt them to R&D. This has some

TABLE 10. — *Second phase in process technology.*

	present hold up	hold-up required on the basis of the KNCV market survey
Eindhoven : product development	10	(64)
Delft : bio(process)technology (equipment engineer)	9	(8)
Twente + Groningen : Process development	21	(?) (122)

advantages but is costly. It seems therefore more attractive to hire people from abroad or even to expand research elsewhere. This does not seem to be an acceptable solution for the Netherlands. The Ph.D. programmes could be expanded to accommodate more candidates. This is however unnecessarily costly. It is always curious to see how intelligent people, whether in industry, government or university once brought together to defend their specific interests, can form and maintain a group that acts irrationally.

In my opinion, what is happening within our chemical engineering education points to this direction, although our ministry of education remains ultimately responsible. Lets hope that in the end, common sense will win and a suitable two-phase system will flourish.

Acknowledgement : The authour wishes to thank Dr. de Rooij, DSM, the Royal Dutch Chemical Society (KNCV) and Prof. Vrieze for providing data.



La formation en Italie

F. ALFANI

Full Professor of transport phenomena at University of L'Aquila

Scenario of the University system

The present situation is mainly characterized by an high degree of control from the central (national) Authorities which drastically limits the autonomy of the universities and the possibility of a rapid process of innovation. Ministerial permissions are required even for minor changes in curricula and transfer from one chair to another are possible only by mutual agreement of Ministry and titular professor.

A second constrain is the legal value of the degree and the existence of only one engineer list, regardless of specialization. This implies that a large number of courses have to be common in the curricula of all engineering faculties. Interdisciplinary and basic chemical engineering courses amount to nineteen.

Only one level of degree in engineering now exists and the duration of curricula is five years.

Positive evolutions are foreseen for the near future. A working group of deans of engineering faculties is studying the possibility of introducing a lower level of degree, a three year diploma. Moreover, it was recently decided to bring three new bills before Parliament : the first one for the reestablishment of a larger autonomy of the University, the second one for the creation of one Ministry of University Education and Scientific Research and the third one for the definition of new engineering curricula. It is expected that the new system will provide better interactions between scientific activities and didactics, improved coordination between programmes of the different courses and that a broader range of specialization will be offered from the different universities.

Chemical engineering degree

Admission is free for students from all high schools, either lyceum or technical schools, since no entrance examination is required. Students in chemical engineering amounts between 2.4 and 3.5 % of total population at engineering faculties.

All universities are of the same level with five years curricula. However the effective duration of studies varies on the average between 6.2 and 7.5 years. With the exception of very special cases, the minimum and the maximum is 5.5 and 9 years, as a rule.

In spite of the difficulties of the curricula the success rate is quite high ; 70 % of freshmen completes its programmes of studies. The percentage is much lower in other area ; roughly two per three students give up engineering schools. This clearly indicates that students are much motivated and staff takes good care of didactics and research.

At present time fifteen chemical engineering schools are active, six located in northern Italy, five in the center and four in the south. The number of examinations locally varies and ranges between 27 and 30. Always a final examination with a local board of examiners is required. Part of this final examination deals with the discussion of a research work carried out during almost one year period, preferably spent in a chemical engineering department. Professional experience is not needed.

Universities have adopted either six-monthly (13 weeks) or yearly organization of classes. The teaching hours vary from 60 to 110 in relation to the course and the existance of laboratory training and practical exercise.

Educational programme

Official programmes provide four different types of courses : fundamental, interdisciplinary, basic chemical engineering and specialistic. However, students may present an individual curriculum which is submitted to the approval of the Board of professors. Since for many years changes of university statutes were not accepted by National Ministry of Public Education, awaiting the publication of the new didactic organization of university studies, the subterfuge of individual curricula was either utilized by the students or suggested by the staff to improve graduate programmes.

The process consists in the introduction of courses offered either in the engineering faculty or in other faculties (mainly chemistry, environmental, and biological science, economy) in place of those originally present in the statute.

This specially allowed to improve the education in interdisciplinary area such as biotechnology, environment, energy and materials.

Independently of the procedure adopted to set up the programme of studies this is mainly composed of :

- fundamental courses located at the first two years, which concern mathematics, physics, chemistry and computer science. They totally weigh 20-30 %.
- interdisciplinary engineering courses which cover essential elements of mechanics and apparatus, electrical sciences, mechanics of solids and fluids. These are concentrated at second and third year ; their weight is 15-30 %.
- basic chemical engineering courses which introduce students in the area of thermodynamics, transport phenomena, chemical plants, industrial chemistry, process control and modelling. Their percentage is 22-27 %.
- area courses ; usually their weight is limited to 10-15 % but in few cases it rises up to 30 %.

Since area courses cover specific topics of chemical engineering or interdisciplinary arguments studied with a chemical engineering approach it is possible to conclude that a typical curriculum is based on : mathematics and physics 21 %, interdisciplinary engineering studies 24 %, chemical engineering and chemistry 55 %.

It was already mentioned that Ministry of Public Education has prepared new outlines for university curricula. The one of engineering faculties is not yet approved but it is possible to anticipate from the next now available in the almost final form that the percentages, above reported, will remain more or less the same. Besides, the introduction of integrated didactic units under the responsibility of professor teams will largely contribute to solve problems of interface and overlapping between courses and to promote transfer of professors inside groups of doctrines.

The new law also introduces major modifications in the scenario of specialization area. Till now the curricula were mainly oriented to graduate chemical engineers strong in chemical processes and plants, materials and metallurgy. More recently in a small number of universities educational training in biotechnology were started. Further on, in relation to industrial demand at regional level, specialization in nuclear, energy, textile, food, environment are also offered in a limited number of centres. On the other hand, it was recognised that chemical engineers are needed, at national level, for the development of fine chemical industry, for the protection of environment and for the upgrading of agrofood derivatives. Therefore, engineering faculties will be forced to offer curricula chemically oriented with well defined programmes in biotechnology, food technology, materials and environment. A minimum of fifteen graduates per year is required to start a second area of specialization.

Post-graduate education

Consortia formed by several universities are allowed by Ministry to assist students for a post-graduate educational programme. The admission depends on the result of an entrance examination and a small number of applicants is accepted. This is mainly function of the annual availability of fellowships which are granted by Ministry of Public Education, National Research Council (CNR) and industries. The highest number of positions is 8-10 per year and per consortium. The basic programme is a three year training activity, mainly consisting in a original laboratory research, in the attendance to very few official courses but presence to many seminars and special short courses offered by the scientific college of professors. At the end of this period the students must prepare a final report where the most important results achieved during the work and the employed methods are reported. The indication of possible developments of their study is also required. The doctoral thesis is presented to a national board of examiners.

Inflow of chemical engineering students and graduates

In Fig. 1 the inflow of students at chemical engineering schools from 78/79 to 87/88 is plotted. In Fig. 2 the number of graduates in chemical engineering from 81/82 to 87/88 is

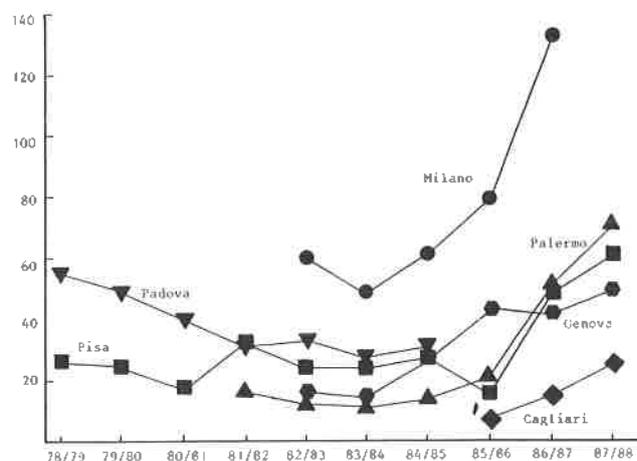


FIGURE 1. — Inflow of chemical engineering students.

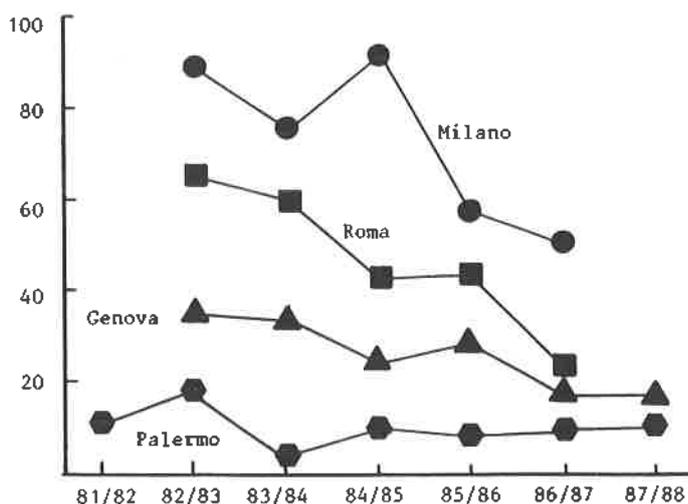


FIGURE 2. — Number of graduates.

reported. Data refer to some universities either with a large or a small number of students; similar trends are observed from the situations presented by the other universities located all over Italy. A general comment is possible.

For several years the image of chemical industry was destroyed by pollution disasters and by the economical crisis of firms the process of which were based on old technologies and not specialized production. Besides, students from the high schools were not informed on the possibilities offered to chemical engineers from new job opportunities in other areas and from the innovation programmes of the industries forced by the international competition in the chemical market.

Large efforts were made by the chemical engineering staff of several universities throughout the organization of meetings

with the young students and of technical visits to chemical engineering departments and with other methods of information. This policy was very fruitful and Fig. 1 shows that the inflow of students is now continuously increasing. The same effect is not yet observed in Fig. 2 because of the time lag caused by the duration of graduate programme.

In conclusion, the demand of graduates in chemical engineering is now higher than the offer of the university system but the policy of information together with the introduction of innovative programmes has started to give reasonable benefits and in the near future enough graduates with a good preparation in basic chemical engineering disciplines and also able to a faster adaptation to the job opportunities will be formed.

Les diplômes européens

Les équivalences des diplômes européens dans le domaine de la chimie

H. ANGELINO

directeur de l'École Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Génie Chimique



1. Introduction

Depuis de nombreuses années, des groupes de travail se réunissent à Bruxelles pour essayer de proposer un système d'équivalence entre les formations d'ingénieurs en Europe. A ce jour, ils n'ont pas réussi : pourquoi ? La réponse se trouve dans la diversité des formations existant entre les différents pays et également à l'intérieur de chaque pays. Cette diversité a été mise en exergue par la présentation des formations en RFA, Grande-Bretagne, Pays-Bas et Italie, mais il ne s'agissait pas de cas particuliers ; c'est ce que nous allons montrer.

2. La formation des ingénieurs dans les pays de la CEE

La première difficulté lorsqu'on veut aborder la formation des ingénieurs est celle du niveau d'entrée dans l'enseignement supérieur, qu'il soit technologique ou non. En effet la durée de formation dans l'enseignement primaire et secondaire n'est pas la même dans les divers pays et parfois même à l'intérieur d'un même pays, le cas le plus remarquable étant celui du système écossais qui diffère de celui du reste de la Grande-Bretagne.

Une deuxième difficulté consiste à vouloir tenir compte des volumes horaires (1000 h/an en France, 500 à 700 dans la majorité des autres pays) et de la pédagogie : dans ce cas, il n'y a plus de comparaison possible ! On prendra donc pour l'étude qui suit comme année de référence la fin des études secondaires et la durée des études supérieures sera évaluée en année académique.

Si on examine les conditions d'entrée dans le cycle de formation d'ingénieurs, on constate, en simplifiant, l'existence de deux systèmes : un système sélectif dès l'entrée avec *numerus clausus* et concours y compris sur titre (le système français étant le plus représentatif), un système plus libéral sans sélection stricte à l'entrée. Entre ces deux cas existent des systèmes plus ou moins sélectifs. A titre d'exemple, indiquons que pour être accepté dans les écoles d'ingénieurs en Espagne, il faut présenter un examen après un an de préparation postétudes secondaires et que seulement 30 à 35 % des entrants obtiendront le diplôme.

On trouvera dans le *tableau 1* les caractéristiques des formations d'ingénieurs dans les pays de la CEE.

(1)	DIPLOME (2)	ACCES (3)	DUREE (en années) (4)	STRUCTURE (5)
BELGIQUE	Ingénieur civil Ingénieur agronome Ingénieur chimiste (IR)	examen d'entrée après l'examen de fin d'études	5	2 ans d'études générales + 3 ans spécialisation
	Ingénieur Industriel (Ing)	pas d'examen d'entrée	4 (depuis 1977)	2 ans d'études générales + 2 ans spécialisation
DANEMARK	Civilingenior	examen de fin d'études secondaires (maths+science)	5-5 1/2	préparation scientifique et technique
	Akademi Ingenior	idem	3 1/2-4 (incl. 6 mois de stage dans certains cas)	orienté vers les applications techniques de l'ingénierie
	Teknikumingenior	idem	4 (incl. 1 an stage)	
ESPAGNE	Ingeniero spécialisé	examen de fin d'études + examen d'orientation universitaire	5 / 6	enseignement théo- rique et scientifique + "spécialisation"
	Ingeniero tecnico	idem	3 / 4	plus pratique
FRANCE	Ingénieur diplômé (+ nom de l'Ecole)	Bac + sélection par l'université ou classe préparatoire et concours	5	2 ans de préparation + 3 ans de "spécialisation"
GRECE	Ingénieur diplômé	numerus clausus	5	diplôme universitaire examen par une association technique
	Ingénieur technicien	numerus clausus	3 / 4 spécialisation + 8 mois préparation pratique	plus pratique que théorique
IRLANDE	B E, B Sc (Eng) B A (titre académique)	certificat de fin d'études	4	formation universitaire
	Chartered Engineer (titre professionnel)	+ sélection par l'université	4 + 4	formation universi- taire + 2 ans de "stage" professionnel + 2 ans d'expérience

TABLEAU 1. — Organisation des études d'ingénieur dans les pays de la communauté.

(1)	DIPLOME (2)	ACCES (3)	DUREE (en années) (4)	STRUCTURE (5)
ITALIE	Laurea (titre académique)	13 ans d'études	5	2 ans d'enseignement général + 3 ans spécialisation
	Ingegnere (titre professionnel)	Laurea		pas de préparation spéciale
LUXEMBOURG	Ingénieur technicien	diplôme de fin d'études second. ou techniques diplôme technicien (sur dossier)	3	
PAYS-BAS	Ingénieur (IR)	14 ans d'enseignement	4	plus académique et théorique 3 sous-groupes
	Ingénieur (Ing)	13-14 ans d'enseignement	4	plus pratique et professionnel
PORTUGAL	Licenciatura em engenharia (titre académique) engenheiro (titre professionnel)	12 ans et certificat de fin d'études + examen d'entrée	5	préparation pour la recherche, la conception et le développement
	Bacharelato em engenharia (titre académique) engenheiro tecnico (titre professionnel)	idem	3/4	plus pratique que théorique
R.F.A.	Dipl. Ing.	13 ans + Abitur	5 (nominal)	plus théorique avec une orientation plus grande vers la recherche
	Dipl. Ing (FH)	12-13 ans	3 1/2-4 (nominal) (incl. stage)	plus pratique, enseignement plus intensif
ROYAUME-UNI	BA, B. Sc ou B. Eng (titre académique)	2 "A" sélection par l'université	3-4	universitaire
	C. Eng. (titre professionnel)		7-8	B. Sc + 2 ans de "stage" professionnel + 2 ans d'expérience professionnelle

On doit retenir qu'au niveau européen il existe dans de nombreux pays 2 types d'ingénieurs, parfois davantage comme au Danemark, pour lesquels la durée de préparation et le type d'activités diffèrent sensiblement. Le premier, « ingénieur technique », « ingénieur technologique », etc., reçoit une formation courte, 3 ans en général, plus technologique et appliquée, il prend en charge l'aspect technologique des unités industrielles (exception : la Grande-Bretagne). Le deuxième, « ingénieur diplômé », « ingénieur civil », etc. reçoit une formation plus longue, 5 ans environ, de généraliste et exerce une activité plus orientée vers l'analyse des systèmes complexes et la conception des unités. Dans ces conditions, vouloir parler de la « formation » des ingénieurs est une gageure, tout au plus pourrait-on envisager de comparer les systèmes de formations à l'un des niveaux. Ainsi, si l'on veut comparer la formation des ingénieurs de plus haut niveau, on indiquera qu'il y a toujours une formation générale de base scientifique et théorique et/ou plus ou moins technologique selon le pays et qui en général dure 2 ans. Ensuite, pendant 2 ou 3 ans, le futur ingénieur reçoit une formation scientifique et/ou technologique dans le domaine du génie qu'il a choisi. Indiquons tout de suite que si, dans la majorité des cas, le diplôme d'ingénieur est un titre académique, ce n'est pas le cas en Grande-Bretagne et en Irlande où c'est la profession qui attribue un titre professionnel « Chartered Engineer » par l'intermédiaire de « l'ordre » (Institution). Remarquons aussi qu'en France la formation pratique en industrie est obligatoire pendant la scolarité de l'étudiant qui doit effectuer entre 4 et 6 mois de stage dans l'industrie, ce stage étant encadré et suivi par un ingénieur confirmé et un enseignant. Les stages existent parfois dans d'autres pays, mais ne sont pas obligatoires et ils se font en dehors de la scolarité normale. Il faut

également indiquer qu'il existe pour l'organisation de l'année universitaire et du système de notation, et toujours en simplifiant, deux systèmes : un système relativement rigide avec un programme qui est pratiquement le même pour tous les étudiants et un système plus souple où l'on applique le concept d'unité de valeur, l'étudiant ayant le choix, dans certaines limites, pour suivre un enseignement à la carte, mais avec un nombre total d'unités de valeur à satisfaire.

Ainsi donc si l'on analyse les possibilités offertes par les différents systèmes, on comprend que les « sages » de Bruxelles n'aient pas pu arriver encore à un accord, mais sait-on jamais...

En ce qui concerne la France, il y a deux questions qui doivent être posées. Tout d'abord rappelons que notre système de formation des ingénieurs chimistes et/ou de génie chimique à Bac + 5 ans comporte un « premier cycle » intégré (INSA, UTC, etc.) ou non (classes préparatoires puis ENSI, écoles polyvalentes, écoles privées...) : quel est le « meilleur » système pour la préparation des ingénieurs chimistes ? Je pense que Yannick Bonnet apportera sa réponse ou ses recommandations demain...

L'autre aspect concerne la durée de la formation : dans de nombreux pays, il existe des « ingénieurs techniques, technologues, etc. » ; l'industrie chimique française a-t-elle besoin d'une formation professionnelle qui s'insérerait entre les DUT chimie et/ou génie chimique et les ingénieurs ? Vaste sujet sur lequel je crois qu'il serait intéressant que nos amis industriels s'expriment.

3. Résultats des travaux du Comité chimie des communautés européennes

Ce comité a été créé en 1973. Il est formé en principe de deux représentants par pays, MM. Barré et Ansart (pour la France). Le secrétariat est assuré par la Royal Society of Chemistry de Londres.

Ce comité a analysé les divers diplômes concernant la chimie délivrés dans tous les pays de la Communauté et il les a répartis en 3 catégories en se basant sur les classifications retenues dans les conventions collectives. Nous ne parlerons que de la catégorie « A » correspondant autrefois à la catégorie « Ingénieur et cadres ». La dernière classification, proposée en mai 1987, a pris pour l'accès à cette catégorie le critère d'accès au doctorat, c'est-à-dire que le porteur du titre retenu peut dans son pays aborder directement des études de doctorat.

Le « Comité chimie » a alors établi une liste indiquant la qualification universitaire minimale pour appartenir à la catégorie « A ». Si on analyse cette liste en ne considérant que les titres d'ingénieurs que nous avons cités, on constate que le titre retenu est toujours le titre d'ingénieur du plus haut niveau. Ainsi on éliminerait de la catégorie « A » l'ingénieur industriel pour la Belgique, le Teknikumingenior pour le Danemark, le Diplom Ingenieur (FH) pour la RFA et le technicien ingénieur pour l'Espagne, la Grèce et le Portugal.

Tous les titulaires de ces diplômes seraient classés dans la catégorie « B » qui correspondait en France aux « agents de maîtrise et techniciens ».

L'objectif recherché par le Comité chimie était d'obtenir une directive spécifique « chimiste » du type de celles existant pour les « médecins », « vétérinaires », « architectes », etc. Cet objectif n'a pas été atteint et il paraît peu probable que l'on puisse l'atteindre...

4. Point sur les directives européennes

Rappelons tout d'abord qu'il existe de nombreuses directives « spécifiques » visant à la reconnaissance mutuelle des diplômes obtenus dans tous les pays de la CEE et permettant l'exercice de certaines activités professionnelles : médecin

(1975), vétérinaire (1978), architecte (1985), etc., mais rien concernant les ingénieurs.

Récemment, un accord a été signé, le 22 juin 1988, entre les ministres des Affaires étrangères de la CEE visant à la mise en place d'un système général de reconnaissance mutuelle des diplômes (RMD) d'enseignement supérieur qui sanctionnent des formations professionnelles d'une durée minimale de 3 ans. La proposition des ministres a été entérinée avec quelques très légères modifications par le Parlement européen en octobre et donc la directive générale RMD va entrer en application. Nous n'allons pas examiner en détail la RMD, notons simplement qu'elle s'applique à toutes les professions dont l'exercice est réglementé, ce qui n'est pas le cas pour la profession d'ingénieur en France. En effet, seul le titre « d'ingénieur diplômé de... » est protégé par la loi française et n'importe quelle personne française ou étrangère peut en France s'intituler « Ingénieur » et ouvrir un bureau. Il n'en est pas de même dans bon nombre des autres pays de la CEE où il existe des « ordres » ou « institutions ». La RMD ne va rien changer en ce qui concerne la venue d'ingénieurs étrangers en France. Au contraire, cela a des conséquences pour les jeunes ingénieurs français qui voudraient aller à l'étranger. Dans le cas où ce jeune ingénieur voudrait travailler chez BASF, ICI ou Azko, etc., il faudra qu'il fasse reconnaître sa juste qualification de manière à être classé dans la catégorie « A » et non pas avec les « ingénieurs techniciens », mais rien ne sera changé par rapport à maintenant. En revanche, s'il voulait exercer une activité libérale, il ne pourra le faire qu'après avoir exercé en France pendant au moins 2 ans, puis après avoir fait dans le pays d'accueil, soit un « stage d'adoption », soit passé une « épreuve d'aptitude ».

De son côté, la Fédération Européenne d'Associations Nationales d'Ingénieurs (FEANI) agissant à titre privé délivre, depuis le 28 octobre 1987, un titre d'ingénieur européen (EUR-ING). Les candidats à ce titre doivent justifier d'une période de formation totale minimale de sept ans dont en principe au moins quatre ans d'études supérieures universitaires à temps plein, le reste, trois ans, pouvant consister à acquérir une expérience professionnelle. Le modèle FEANI permet de remplacer éventuellement une des quatre années d'études universitaires à temps plein par un stage technique contrôlé par un organisme universitaire.

Ce « modèle » FEANI peut servir de base pour la préparation d'une directive spécifique ingénieur. En effet les rédacteurs de la RMD ont indiqué que « la dite profession (ingénieur) devrait faire l'objet d'une directive complémentaire spécifique tenant compte des particularités de cette profession. Il invite la commission (ad hoc) à présenter dans les meilleurs délais des propositions appropriées ».

Le problème est en effet délicat compte tenu des différences dans les formations théoriques et pratiques des ingénieurs dans les différents états membres (cf. *tableau 1*). Dans ces conditions, une directive spécifique viserait la reconnaissance mutuelle complète des qualifications relatives à l'exercice de la profession d'ingénieur.

Pour aboutir à la rédaction d'une directive spécifique, il faudrait arriver à un accord sur les points suivants :

- champ d'application de la directive ;
- niveau de la formation ;
- durée de la formation ;
- problèmes posés par les spécialisations ;
- port du titre.

Le principal point en suspens bloquant les discussions est celui du niveau et de la durée de la formation qui seraient requis dans le cadre d'une directive spécifique ingénieur.

La plupart des délégations sont d'accord sur la durée de sept ans pour la formation globale combinant « théorie et prati-

que », mais la pierre d'achoppement reste la période de formation minimale théorique :

- la RFA souhaite 3 ans,
- le Danemark, l'Espagne, la Hollande, l'Irlande et le Royaume-Uni acceptent le modèle FEANI,
- la Belgique, la France, l'Italie et le Portugal souhaitent impérativement quatre ans, le Luxembourg également,
- la Grèce souhaite 5 ans.

Un compromis a été proposé sur le stage « surveillé » qui devrait respecter les critères suivants : temps plein, pas plus d'un an, surveillé par une université ou établissement de niveau équivalent, ne pas se situer avant la fin de la deuxième année de formation théorique, se situer avant l'examen final conduisant au diplôme.

A l'heure actuelle, rien n'a été tranché et il n'y a toujours pas de directive spécifique.

5. Expériences en cours

Devant tant de difficultés, les établissements sont-ils restés inactifs ? Non, et il faut s'en réjouir, car en fait, si l'Europe devait se faire, ce sera non pas grâce à des directives, qui certes ont leur intérêt, mais surtout parce que les « hommes » et leur mentalité seront prêts. Il faut cependant être conscient que, derrière chaque exemple que l'on peut citer, il y a eu la résolution de plusieurs problèmes : linguistique, culturel mais aussi de type académique pour trouver l'adéquation entre les systèmes éducatifs (programmes, validation de résultats, etc.). De ce point de vue, il faut reconnaître que le système français de formation d'ingénieur impose la connaissance de la langue anglaise avec des résultats minimaux aux examens et « suggère » vivement la connaissance d'une deuxième langue étrangère. La connaissance de la langue n'est, bien sûr, pas suffisante, mais c'est au moins un atout pour essayer de comprendre la culture. Il faut ajouter que, récemment en Grande-Bretagne, des cours spéciaux ont commencé à se développer permettant d'obtenir un « B.Eng » ou un « B.Sc » « with French » dans le domaine de la chimie et/ou du génie chimique par exemple à Manchester (UMIST). Les étudiants volontaires suivent pendant les deux premières années des cours de français en plus de leur scolarité classique, ils viennent ensuite passer un an dans une école française d'ingénieurs, puis ils repartent terminer leur scolarité en Grande-Bretagne. Le même système va démarrer dans d'autres universités. En ce qui concerne d'autres pays de la CEE, RFA, Espagne, etc., il est assez fréquent que des étudiants viennent dans des écoles françaises pour préparer tout ou partie de leur travail personnel de fin d'études qui dure entre 3 et 9 mois. Ce type d'échange ne pose pas de problème, car il n'y a pas de cours à suivre ni d'examen particulier à présenter en même temps que d'autres étudiants nationaux. Il s'agit d'une sorte de programme à la carte qui implique des relations personnelles. L'étudiant concerné développe un projet de recherche, soit seul soit en association avec d'autres chercheurs du laboratoire d'accueil, et fait ensuite une présentation de ses résultats dans le pays d'accueil et/ou devant son université.

Ces échanges fonctionnent depuis un certain nombre d'années mais, bien sûr, grâce au soutien financier de la CEE via les programmes ERASMUS, COMETT, etc., ils ont tendance à se développer. Devant l'afflux des échanges, la Commission du Titre d'Ingénieur (CTI) a analysé les conséquences sur la formation des ingénieurs français et a fait des recommandations dans sa séance de juin 1988.

Le premier point fondamental, compte tenu de la diversité du système de formation des ingénieurs, est d'éviter les mésalliances et de choisir un établissement ayant le même niveau. Le deuxième point est de faire l'échange au niveau correspondant à celui de l'élève. Pour ce qui est de l'envoi d'étu-

dians français à l'étranger, la CTI considère que la formation d'un ingénieur comporte :

- une formation scientifique générale (durée 2 ans minimum en CPGE ou 1^{er} cycle intégré),
- un enseignement de base du cycle ingénieur où l'élève ingénieur acquiert des outils et/ou méthodes de travail concernant sa spécialité (durée environ 2 années universitaires),
- l'application de ces outils et/ou méthodes à la résolution de cas (année diplômante y compris stage en site industriel, projet industriel, cours « spécialisés », etc.).

En règle générale, la CTI ne souhaite pas que l'enseignement de base du cycle ingénieur se fasse en dehors de l'école qui délivrera le diplôme.

Pour ce qui est de l'accueil d'étudiants étrangers dans les écoles françaises, il n'y a pas de problèmes particuliers, mais le diplôme ne peut être délivré qu'à des étudiants ayant passé deux années dans l'école et satisfait aux divers examens/contrôles.

Dans le respect des recommandations de la CTI, il n'y a pas de difficultés à utiliser les possibilités offertes par le programme ERASMUS. Ce programme prévoit des échanges d'étudiants, mais aussi d'enseignants, la rédaction de documents pédagogiques communs, l'organisation de cours spécifiques pour plusieurs établissements, etc. En fait, devant le succès du volet « échange d'étudiant », il ne reste pratiquement pas de moyens financiers pour aider à la mise en place des autres volets du programme. Rappelons que les échanges d'étudiants prévus dans le cadre du programme ERASMUS impliquant une reconnaissance par l'établissement d'origine des études faites à l'étranger, imposent une durée minimale de 3 mois, maximale d'une année et la dispense des frais d'inscription.

Une mention particulière doit être faite pour le programme lancé en 1988 et connu sous le nom de système européen de crédits académiques transférables dans la communauté - European Community Course Credit Transfer System (ECTS). Ce programme est destiné à faciliter la résolution des problèmes existants lorsqu'un étudiant entreprend, ou a terminé, une formation universitaire dans un pays et veut recevoir pour cette formation un crédit utilisable dans un autre pays où il envisage de continuer des études. Le programme ECTS implique un réseau d'établissements par discipline sélectionnée et est destiné à faciliter la résolution des problèmes de reconnaissance au niveau des périodes d'études, des examens intermédiaires ou des examens de fin d'études. Les établissements participant doivent s'entendre avant le démarrage sur les points suivants :

- attribution des crédits,
- schéma du cursus, description des cours, en quelques lignes dans la langue du pays, plus en anglais,
- répertoire des cours,
- transcription des données,
- système de notation,
- code de classification des cours.

L'année 1988/89 est une année préparatoire et la phase pilote démarrera en 1989/90 et durera six ans. Au total, environ 80 établissements ont été sélectionnés dont 9 pour la France. Les 5 domaines d'études ou disciplines choisies concernent : la gestion des entreprises, l'histoire, la médecine, la chimie et l'ingénierie mécanique.

Chaque année d'étude correspond à 60 crédits, soit 30 par semestre ou 20 par trimestre. Le système de notation comporte en plus une échelle qui permet de situer l'étudiant par rapport à l'ensemble de la classe (1^{er} quart, 2^e quart, etc.).

Indiquons que, dans le secteur de la chimie, un programme a été retenu qui implique deux écoles françaises d'ingénieurs de chimie, Montpellier et Toulouse, et d'autres écoles grecque, espagnole, etc. Dans l'appel à candidature, on a cité le cas « idéal » d'un étudiant qui aurait démarré ses études aux Pays-Bas (60 crédits), puis aurait continué deux semestres en RFA (60 crédits) et obtenu le Diplomvorprüfung, serait ensuite allé une année en Grande-Bretagne (60 crédits) où il pourrait obtenir son Bachelor Degrée et enfin aurait passé une année en France (60 crédits) où il pourrait obtenir la maîtrise. Personnellement, je pense que ce type de formation est difficilement compatible avec la formation d'un ingénieur. Je crois que, si la mobilité est souhaitable, point trop n'en faut et qu'il convient d'assurer une cohérence à l'enseignement, ce qui ne veut pas dire immobilisme, de manière à donner un « esprit », une « mentalité » ingénieur qui ne s'acquiert pas simplement par l'addition de crédits. En fait il semble plus raisonnable d'envisager des cursus impliquant au maximum trois déplacements. Dans le cas des étudiants devant recevoir le diplôme d'ingénieur d'une école française, la règle générale actuelle, imposée par la CTI, est que l'étudiant ait séjourné au moins deux ans dans l'école et ceci même s'il est admis sur titre. Il est certain qu'avec la mise en place du programme ECTS, la CTI devra examiner les conséquences de sa position aussi bien pour les étudiants français que pour les étudiants étrangers.

Pour terminer, je citerai les échanges qui se font dans le cadre du programme COMETT. Ce programme, soutenu par la CEE, est destiné à favoriser la mise en place de réseaux associant des établissements universitaires et des entreprises pour créer des Associations Université-Entreprise pour la Formation (AUEF), ces AUEF étant à vocation régionale, thématique, etc. Dans ce cadre, il est prévu que les établissements universitaires et/ou écoles d'ingénieurs envoient en stage dans une entreprise à l'étranger membre de l'AUEF, pendant au moins 6 mois, un ou plusieurs étudiants. Ce volet du programme ne pose en général pas de problème sauf en ce qui concerne la durée du stage dont la longueur est parfois rédhibitoire pour certaines écoles d'ingénieurs. Il est également prévu dans le programme COMETT d'envoyer des membres du personnel enseignant dans l'industrie à l'étranger et inversement d'accueillir dans les écoles des ingénieurs étrangers qui viennent se perfectionner. De nombreuses écoles de chimie et/ou de génie chimique sont impliquées dans ces programmes.

6. Conclusions

Nous venons de constater que le problème de l'équivalence des diplômes d'ingénieurs dans le domaine de la chimie n'est pas facile à régler, mais est-ce grave ? Je ne le crois pas car, d'après les informations en ma possession, les sociétés étrangères, reconnaissant la valeur de la formation de nos écoles, n'hésitent pas à embaucher les ingénieurs diplômés français. Il me paraît beaucoup plus important de continuer à former des ingénieurs de qualité qui aient une formation générale théorique de haut niveau et des domaines de spécialisation différenciés selon les écoles, mais sans vouloir céder à des modes. Il faut en outre se souvenir qu'un ingénieur est un professionnel et que, par conséquent, sa formation ne peut pas être simplement à base généraliste avec un contenu théorique, que l'ingénieur soit chimiste ou autre. Il faut cependant qu'il puisse élargir son domaine de compétence et maintenir son professionnalisme. En fait, ce dont l'industrie chimique européenne a besoin, équivalence du titre ou pas, ce sont d'excellents ingénieurs qui seront capables de mettre au point de nouveaux produits puis de les produire dans des conditions de concurrence mondiale de plus en plus vive.

Questions de l'auditoire

J. METZGER
président de la Société Française de Chimie



C'est un peu par hasard que je suis amené à vous parler d'un autre type d'écoles que ceux qui ont déjà été décrits ce matin et je suis presque gêné d'aborder un type d'école n'ayant pas fait l'objet du recensement dont parlait Claude Quivoron. Il s'agit en effet d'une école de spécialisation qui n'avait probablement pas sa place dans l'étude statistique précédente. Nous aurons demain l'occasion d'entendre un exposé de Daniel Decroocq sur les spécialisations dans la formation des ingénieurs.

En effet, l'Institut de Pétrochimie et de Synthèse Organique Industrielle de la Faculté des Sciences de Marseille a été créé effectivement comme école de spécialisation, il y a maintenant 25 ans.

A la demande de la profession et d'une industrie qui à l'époque se développait, on a estimé utile de créer une école qui puisse perfectionner des ingénieurs déjà diplômés dans un domaine assez nouveau puisqu'il s'agissait de la pétrochimie, de la chimie de base et de la chimie lourde. Dans le même temps, la profession a exprimé un besoin grandissant en ingénieurs formés aux méthodes de la synthèse organique industrielle qui allient les connaissances scientifiques de base, les

techniques de laboratoire ainsi que des connaissances en génie des procédés.

C'est dans cet esprit que fut créé l'Institut de Pétrochimie et ce dernier fonctionne depuis 25 ans avec une certaine réussite dans la formation d'ingénieurs appelés à procéder aux développements des unités et des nouvelles techniques de fabrication.

Nous avons créé une deuxième formation complémentaire à l'Institut de Pétrochimie de Marseille, à savoir la préparation d'ingénieurs de projets, à la demande de l'ingénierie chimique et pétrochimique.

Nous avons mis en place une formation spécialisée qui apporte à des ingénieurs déjà diplômés un complément de formation qui les prépare à une activité industrielle.

Je voudrais en terminer en rappelant que nous assurons chez nous une formation continue qui est un moyen extraordinairement efficace d'assurer l'adaptabilité des ingénieurs aux changements actuels auxquels Serge Tchuruk faisait allusion ce matin et aux différentes fonctions auxquelles ils seront appelés dans leur vie professionnelle.

J. RIETHMANN
directeur retraité, société Ciba-Geigy

Spécialisation et intégration dans une équipe de développement et de mise au point
Définition des objectifs bases d'un enseignement efficace

En exergue

« L'abstrait ou l'artificiel, seuls parés des attraits de l'exact, ont ainsi peut-être fait oublier les charmes et la fécondité de cette vérité naturaliste, incertitude consciente, qui se donne cependant pour tâche d'explorer les matériaux et les forces dont l'homme doit tout attendre ».

René NAVARRE
Président Directeur général
de l'Institut Français du Pétrole



« So wenig der Künstler letzten Endes Herr seiner Gedanken und Einfälle ist, so wenig ist es der Techniker. Es ist falsch anzunehmen, alles sei errechnet, alles sei erklügelt. Es kommt über ihn im geeigneten Moment, wie über den Künstler in seiner Schaffenslaune ».

Carl BOSCH
Prix Nobel de Chimie 1931

Les disciplines qui s'offrent à la « profession chimique », peuvent, dans les grandes lignes, se subdiviser en quelques volets :

- la gestion d'entreprise,
- la recherche,
- le développement et la mise au point,
- la fabrication,

volets épaulés par des services techniques et administratifs (contrôle financier, vente, documentation et information, ingénierie, personnel, droit et propriété industrielle, etc.).

Les présentes réflexions, limitées au domaine du développement et de la mise au point, se proposent de condenser le point de vue d'un industriel concernant un plan d'enseignement adéquat, bien équilibré entre la généralisation et la spécialisation, en vue de faciliter aux jeunes « ingénieurs chimistes » une intégration aisée et efficace dans les équipes pluridisciplinaires chargées de la conception, de la réalisation et de la mise en route de nouvelles installations (interface entre la recherche et la fabrication).

La mission de l'ingénieur chimiste chargé du développement et de la mise au point est très complexe, comporte des objec-

tifs ambitieux et implique de sérieuses responsabilités (rendement économique, sécurité, environnement, avenir moyen, risques d'obsolescence, etc.).

Les facettes successives des activités qui caractérisent cette profession peuvent se résumer comme suit :

- choix de la voie de synthèse la plus rationnelle,
- thermodynamique et cinétique des réactions chimiques et des opérations unitaires à accomplir, ainsi que des réactions parallèles indésirables et/ou des décompositions dangereuses à prévenir,
- les problèmes concernant la sécurité et l'environnement,
- les évaluations définitives de prix de revient,
- si nécessaire, la conception et la conduite des essais en plan pilote,
- assister la réalisation et la mise en route des installations de fabrication.

Nous confiant à René Descartes, nous « pensons ainsi que ce bref exposé contribuera à clarifier certaines idées, qu'il sera utile à quelques-uns sans être nuisible à personne ».

L. DEBIAIS, administrateur de la Société de Chimie Industrielle, Paris

Une question peut-être un peu naïve : est-ce qu'il y a un exemple concret d'ingénieurs chimistes français qui ont été empêchés de travailler dans un pays de la communauté ?

H. ANGELINO, directeur de l'Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Génie Chimique (Toulouse)

J'ai d'abord fait une constatation, la qualité de nos ingénieurs est bien reconnue, c'est-à-dire que dans toutes les écoles on peut citer, et cela s'accélère, des ingénieurs diplômés qui sont embauchés par des sociétés étrangères. Toutes les écoles peuvent donner des exemples.

Dans l'exercice d'une profession libérale cependant, un ingénieur français s'il n'est pas « Chartered Engineer » ne pourra pas répondre à un dossier d'appel d'offres qui sera publié en Angleterre. Il peut travailler, mais il ne pourra pas être le signataire du document. Pour des sociétés qui ne sont pas d'ingénierie, cela n'a pas d'importance, mais pour des sociétés d'ingénierie ce serait réhibitoire.

J.-L. LEIBENGUTH, EHICS

Si les chimistes veulent être recrutés en Allemagne ou en Suisse, il vaut mieux avoir un doctorat que ne pas en avoir. Le recrutement est difficile au niveau ingénieur chimiste, mais il est facile au niveau doctorat.

J. METZGER, Marseille

La formation professionnelle à laquelle vous faites allusion pour l'Europe est-elle assurée chez nos collègues de la RFA ?

Quel est le caractère professionnel de la formation assurée dans les universités allemandes ?

J.-L. LEIBENGUTH, EHICS

Je crois que M. Behrens nous a donné une vue tout à fait correcte de la formation des chimistes en Allemagne du « diplom-chemiker », c'est-à-dire que ce sont des étudiants qui ont fait, comme l'a souligné M. Behrens, de l'ordre de 13, 14, 15 ou plus semestres d'études, dont un premier cycle qui est à peu près équivalent au nôtre, de l'ordre de 3 ans, puis ensuite un second cycle où leurs études sont quand même beaucoup plus libres et qui se terminent forcément par le « Diplom-Arbeit » qui est un travail personnel de recherche de l'ordre de 6 mois à peu près, quelquefois plus court, quelquefois plus long.

Il y a actuellement avec les allemands une sorte de négociation concernant la position du DEA français, c'est un autre problème que l'on pourrait aborder dans les discussions.

En ce qui concerne l'aspect professionnel de cette partie des études, je dirais que cette formation est évidemment universitaire en ce qui concerne les chimistes, je ne parle pas de ce qui concerne le génie chimique.



L. DEBIAIS



H. ANGELINO



R. SARGENT



A. PENTENERO

Je pense qu'environ 90 à 95 % des élèves formés à ce niveau vont aller faire un doctorat dans un laboratoire universitaire où il y a des contacts avec l'industrie qui sont peut-être, à la limite, moins développés qu'ils ne le sont en France à l'heure actuelle, en particulier dans les écoles d'ingénieurs. Mais ceci n'empêche que tous ces chimistes ou pratiquement tous, sauf ceux qui veulent faire une carrière universitaire, vont ensuite aller dans l'industrie, surtout dans les grandes entreprises où ils travailleront pour une période initiale de l'ordre de 4 ou 5 ans dans la recherche. Ils vont faire leurs premières armes dans un laboratoire de recherche, c'est-à-dire que là, au fond, ils continuent ce qu'ils ont fait, ce qu'ils ont appris au cours de leur thèse et je crois que c'est ça la transition. Ce n'est qu'à l'issue de cette première période professionnelle de plusieurs années dans la partie recherche d'une grande société

qu'ils vont aller vers d'autres secteurs, par exemple le management, la production, le marketing. Je pense que c'est à peu près comme cela que ça se passe en Allemagne le plus souvent.

H. ANGELINO, directeur de l'Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Génie Chimique

Je ferai deux commentaires.

1) Tout d'abord, les écoles de commerce sont des institutions privées, si je peux m'exprimer ainsi. C'est-à-dire qu'elles sont très libres de leur cursus. Il y a un accord entre les écoles pour discuter du programme, mais c'est très souple. Dans les écoles de chimie, la commission du titre, où les professionnels sont représentés, est moins souple. Certes on peut le déplorer ou au contraire s'en féliciter, parce qu'ainsi on maintient une qualité du titre d'ingénieur diplômé qui est importante.

2) Le deuxième commentaire a été déjà abordé par M. Lavalou : pratiquement toutes les écoles ont des accords plus ou moins formels avec des établissements étrangers et j'avais fait l'an dernier une enquête auprès de toutes les écoles d'ingénieurs dépendant de la Conférence des grandes écoles ; j'avais éliminé les formations économiques, gestions, etc. Il est important de savoir que plus de 50 % des écoles envoient leurs étudiants passer au moins 3 mois à l'étranger. Le problème qui se pose, c'est que nous faisons ce genre de chose et nous validons (nous français) les études qui sont faites à l'étranger. Je suis désolé, mais nos collègues dans la communauté européenne n'en sont pas au même niveau que nous et, par exemple, Roger Sargent a mis deux ans à convaincre l'université de Londres que l'on pouvait valider, dans le domaine de l'ingénierie, des études qui se passent dans certains établissements en France.

Donc jusqu'à présent, on ne trouvait pas d'étudiants venant de l'Imperial College ou de l'University College, c'est-à-dire les universités de Londres, qui seraient venus en France faire une partie de leur cursus parce que ce n'était pas reconnu par l'université de Londres.

P. MANGIN, directeur de la recherche et du développement, BP Chimie

Si cela a commencé bravo, je vous félicite. Je souhaite que l'on s'en serve comme d'un levier. Je peux vous assurer que les groupes internationaux comme le mien sont prêts à vous aider au maximum dans cette action. Nous sommes partie prenante de ce genre de chose et, si besoin est, je peux vous assurer que les groupes internationaux applaudiront et vous aideront de toute leur force dans cette opération.

H. ANGELINO, directeur de l'Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Génie Chimique

Au niveau de la commission des titres d'ingénieurs, le CNPF est représenté. Que le CNPF fasse remonter par toutes les unions des industries chimiques cette suggestion, car cela nous aidera. Quand je vous disais que la CTI est moins souple, c'est parce que vous avez 32 personnes qui représentent des intérêts différents. Il y a des votes à la majorité. Le travail qui est fait à la CTI est intéressant parce qu'il y a beaucoup de discussions et parce qu'on arrive à un consensus en général, mais il y a toujours une très large majorité.

L. MONNERIE, ESPCI

Une question au professeur Sargent. Lorsque l'élève diplômé de l'université a son « degré », il va dans une entreprise. Vous avez dit que, pendant deux ans, il était suivi d'assez près, puis ensuite il y a deux nouvelles années avant d'avoir le titre d'ingénieur. Quelles sont les personnes qui suivent cette période ? Il peut y avoir des problèmes de confidentialité notamment pour les deux dernières années où vous nous avez dit : il y a quelqu'un à qui il va exposer son travail, etc. Ce quelqu'un appartient-il à l'Institution et se trouve-t-il dans l'industrie en question ? Comment les choses se passent-elles ?

R. SARGENT, professeur, Imperial College of Science and Technology, London

Normalement les membres sont choisis par le candidat lui-même. Mais s'il ne connaît personne dans la société, il peut faire une demande à l'institution en question pour lui suggérer quelqu'un qui ne serait pas forcément employé dans la même société. Mais c'est quelqu'un qu'il peut aller voir pour parler de son travail. Dans le cas où cela n'est pas possible, on peut quand même faire le jugement après la fin du travail. Par exemple quand j'étais à L'Air Liquide, il n'y avait personne de la société qui était membre de l'institution « Chemical Engineers » à Londres. J'ai fait un rapport et j'ai demandé à mon employeur, après on m'a accepté comme membre de l'institution en question.

A. PENTENERO, professeur, Faculté des Sciences de Nancy

Je voudrais simplement renverser le point de vue en renversant la question de M. Debiais de tout à l'heure. Qu'est-ce qui se passe si un ingénieur étranger a été empêché d'exercer en France, y compris lorsqu'il n'est pas « Chartered » ?

L. DEBIAIS, administrateur de la Société de Chimie Industrielle, Paris

C'est simple, on ne peut pas. L'exercice de la profession d'ingénieur n'est pas réglementé. On n'a pas d'ordre d'ingénieurs en France. N'importe qui peut venir exercer une profession d'ingénieur. N'importe qui et tout le monde, bien sûr, mais l'inverse n'est pas vrai en Grande-Bretagne.

A. PENTENERO, professeur, Faculté des Sciences de Nancy

Mais si on revient à la question de Debiais, effectivement c'est la question fondamentale. Je vais citer l'exemple qui a été donné au Conseil National des Ingénieurs Français. A Grenoble, il y a un groupe d'écoles important et des sociétés d'ingénierie qui travaillent dans le monde entier et notamment dans le Golfe Persique et, dans le Golfe, c'est l'habitude que les gens qui signent le contrat demandent le nom des ingénieurs et leur qualification. Et alors pour avoir une qualification, ils s'étaient arrangés entre eux à Grenoble et il y a un organisme que vous connaissez, ça s'appelle la « Houille Blanche » qui regroupe plusieurs associations d'anciens d'écoles et la « Houille Blanche » délivrait des certificats correspondant maintenant au diplôme d'ingénieur européen. Parce que, bien entendu, il n'était pas question que ce soit l'école elle-même qui délivre un tel certificat. Et les gens de la « Houille Blanche », je les ai entendu parler, au Conseil National des Ingénieurs français, ils étaient très heureux qu'il y ait un organisme indépendant qui délivre ce titre d'ingénieur européen pour tous les ingénieurs dont les noms doivent figurer sur un contrat destiné à remplir cette clause.

Création d'un module de formation sur l'économie de l'industrie chimique

B. CARRÈRE
chef du service des Etudes économiques
de l'Union des Industries Chimiques



Ce stage vise à apporter une information structurée sur les trois grands déterminants de l'industrie chimique : le marché (la demande, mais aussi l'offre), ses acteurs industriels, enfin l'environnement géo-économique de la chimie ; et à entraîner à la réflexion sur les évolutions en cours et sur leur impact pour les activités et les métiers de la chimie.

Ce module de formation est une initiative commune de l'UIC et de quatre entreprises chimiques.

Il prend appui sur des supports visuels (cours vidéos, transparents) et quelques exercices d'application.

1. Mutations des marchés de l'industrie chimique

– *Dynamique de la demande :*
Modification dans le contenu de la croissance, nouvelle géographie des industries clientes, dynamique interindustries et leurs conséquences pour la chimie (travail sur TEI).

– *Dynamique de l'offre :*
Nouvelle géographie de la production chimique, l'innovation créatrice de marchés.

– *Dynamique de la technologie :*
Les interactions industrie chimique-industries clientes. Exemple de l'industrie automobile.

2. Configuration et force compétitive

– *Dimensions et performances*
Traits principaux de l'industrie chimique de l'Europe de l'Ouest.
Taille économique. Positions dans les échanges mondiaux.

– *Compétitivité :*
Mesure de la compétitivité de la chimie européenne.
Moyens de la compétitivité : investissements, recherche, qualifications.
Conditions de la compétitivité : capacité financière/structure de financement ; où en est-on aujourd'hui.

3. L'environnement géo-économique : chocs et opportunités pour l'industrie chimique

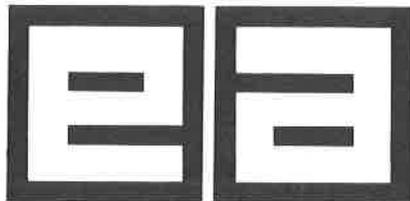
– *Géo-économie mondiale :*
Masses démographiques et poids économiques : perspectives et enjeux pour la chimie.
L'impact des politiques économiques des années 80.

– *Europe 1993 :*
Tendances de fond de quelques grands secteurs clients de la chimie :
l'agriculture (PAC) ; budgets de santé des pays européens.
La consistance du tissu industriel européen dans la perspective de 1993 ; effets sur les relations entre la chimie et les industries clientes.
Analyse des conséquences économiques globales du grand marché unifié : un surplus de croissance pour la chimie ?

Matériel pédagogique

- 60 transparents
- 1 cassette vidéo
- dossier de l'animateur
- dossier du participant
- document statistique succinct sur l'industrie chimique :
- chimie mondiale ; chimie européenne ; chimie française.

Depuis 1968, La technique dans le travail temporaire



Société Nouvelle Engineering Assistance.

Spécialisé dans le travail temporaire en CHIMIE
ENGINEERING ASSISTANCE met à votre service son
expérience de SUPPLÉANCE dans les laboratoires,
centres de recherche, industries chimiques,
pharmaceutiques, cosmétiques, alimentaires,
métallurgiques et nucléaires.

CHIMIE.

ENGINEERING ASSISTANCE tient à votre disposition tout
un personnel qualifié, de l'O.S. à l'ingénieur dans les
domaines suivants :

FABRICATION CHIMIQUE
y compris C A I C

FABRICATION PHARMACEUTIQUE ET COSMÉTIQUE
y compris C A I P, préparateurs en recherche galénique,
dragéistes, comprimeurs etc...

LABORATOIRE
y compris spécialistes : CPG, HPLC...

GÉNIE CHIMIQUE
traitement de surface

ET DIVERS SPÉCIALISTES TELS QUE :
caristes brevetés, magasiniers, conditionneuses etc...

Une documentation comprenant une liste
détaillée vous sera envoyée sur simple
demande à

ENGINEERING ASSISTANCE
65, Bd de Sébastopol
75001 PARIS
Tél. : (1) 42.21.15.70

CHIMIE

Met à votre service :

sa spécialité : le travail temporaire en CHIMIE.
son expérience de 18 années de SUPPLÉANCE dans les labora-
toires, centres de recherche, industries chimiques, pharmaceuti-
ques, cosmétiques, alimentaires, métallurgiques et nucléaires.

Fabrication chimique.

- Ouvrier spécialisé :
manutention - manipulations simples
- Ouvrier qualifié 1^{er} degré :
exécution de travaux qualifiés courants.
- Ouvrier qualifié 2^e degré :
exécution de travaux qualifiés exigeant une habileté et des
compétences professionnelles.
- Technicien professionnel (CAP/BEP)
capable de conduire des appareils
de fractionnement de
industriel, on

des profession-

- Ouv-
- pers
- nec
- co
- p
- i

CENTRE NATIONAL
DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



CNRS-FORMATION
au service de l'Entreprise

FORMATION
"PERSONNE COMPÉTENTE"

Stage Agréé

**RADIOPROTECTION
POUR UTILISATEURS
DE SOURCES
DE RAYONNEMENTS
IONISANTS**

ORSAY

du 20 au 24 novembre - tronc commun
et du 5 et 6 décembre - option B

sous la direction de F. Clapier Ingénieur
et P. Rogelet Ingénieur
d'Hygiène et sécurité
droits d'inscription : 5000 F

LYON

du 23 au 27 octobre - tronc commun
du 27 au 30 novembre - option A
et du 11 au 14 décembre - option B

sous la direction de J.P. Manin Inspecteur
général d'Hygiène et sécurité I N2 P3
droits d'inscription : 7000 F

Renseignements, programmes et inscriptions :

CNRS-FORMATION
1, place Aristide Briand
92195 Meudon cedex

Tél. (1) 45 34 99 42

**“Séduire des millions
et des millions de femmes...
ils m'étonneront toujours !...”**



Eh oui, Monsieur de Lavoisier...
Notre chimie
a beaucoup changé
depuis le temps où dans
votre laboratoire vous jetez
les bases de SNPE.

Aujourd'hui, nous sommes
le premier producteur européen
et le deuxième mondial
de nitrocellulose et de
spécialités pour vernis à ongles.

Au delà de l'industrie cosmétique
notre chimie fine
intéresse la pharmacie
et la protection des cultures.

Nous sommes
devenus un groupe diversifié
de 3,5 milliards de francs de CA,
de 6 000 collaborateurs, dans
3 grands domaines d'activité :
Défense Espace, Chimie,
Matériaux.
65% de nos ventes
sont réalisés à l'exportation.

Partenaires des entreprises,
nous sommes présents
et collaborons avec 70 pays
pour apporter
des solutions originales
dans de nombreux domaines.



SNPE
maîtrise l'énergie.

12, quai Henri IV, 75181
Paris Cedex 04 - Tél.: (1) 48.04.66.66
Télex: 220 380 SNPEAC
Télécopie: (1) 48.04.69.89

INTERCHIMIE 89

UN MONDE D'AVANCE



Le carrefour des sciences,
des techniques et de la
santé.
Avec Interchimie, profitez
du Salon du Laboratoire, de
Physique 89 et d'Hôpital-
Expo. A ne pas manquer.

Avec INTERCHIMIE 89, Paris devient capitale mondiale de la chimie du 4 au 8 décembre.

Pendant 4 jours, venez prendre le pouls de la chimie d'aujourd'hui et de demain.

Venez découvrir les secteurs de pointe, les matériels les plus performants, les procédés inédits...

Venez rencontrer ceux qui cherchent et qui inventent, ceux qui innovent et qui gagnent, ce sont vos partenaires de demain...

Venez suivre un cycle de conférences sur le futur de la chimie... Avec INTERCHIMIE 89, un monde d'avance s'ouvre à vous.

Un monde de savoir faire et d'innovations. Un formidable tremplin pour préparer votre avenir.



INTERCHIMIE 89

EXPOSITION INTERNATIONALE DES PROCÉDES ET MATÉRIELS DE GENIE CHIMIQUE

4-8 DEC 1989 PARIS-NORD VILLEPINTE

COMMUNICATION SEPIC - 17, RUE D'UZES - 75002 PARIS - TEL.: 45.08.03.21



FORMATION PAR LA RECHERCHE AU COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE

Le Commissariat à l'Énergie Atomique accueille chaque année environ deux cents jeunes scientifiques désireux de préparer une thèse de doctorat dans ses laboratoires.

LES PROGRAMMES DU CEA

Très variés, ces programmes comprennent notamment :

- la recherche fondamentale (biologie, physique des hautes énergies, physique nucléaire, physique de l'état condensé, physique atomique, physique des surfaces, chimie et physico-chimie, fusion thermonucléaire contrôlée, astrophysique, géophysique) ;
- les programmes nucléaires (prospection de l'uranium, séparation isotopique, réacteurs nucléaires, retraitement des combustibles irradiés, stockage des déchets radioactifs) ;
- la protection et la sûreté nucléaire (études biomédicales et sanitaires, environnement, analyses et expériences de sûreté) ;
- la recherche appliquée non nucléaire (matériaux, électronique, optronique, instrumentation, génie biomédical, biotechnologies, robotique, thermique, mécanique, thermohydraulique).

QUELS TYPES DE CONTRATS ?

Le Commissariat à l'Énergie Atomique propose plusieurs types de contrats :

- les **CONTRATS DE FORMATION PAR LA RECHERCHE** qu'il finance intégralement.
- des **CONTRATS COFINANCES** soit avec une entreprise (**CONTRATS INDUSTRIE RECHERCHE DU CEA** ou **BOURSES DE DOCTORAT CEA-INDUSTRIE**), soit avec une région (**BOURSES DE DOCTORAT CEA-REGION**).

Ce sont des contrats à durée déterminée, de deux ou trois ans.

CONDITIONS

Les candidats doivent posséder un diplôme d'ingénieur et être titulaires d'un Diplôme d'Etudes Approfondies. Il est souhaitable qu'ils soient âgés de moins de 25 ans au moment où ils déposent leur demande. Les élèves des écoles normales supérieures, les médecins et pharmaciens, les diplômés des magistères, titulaires d'un DEA, peuvent également poser leur candidature.

Des contrats cofinancés peuvent être attribués à des maîtres ès-sciences titulaires d'un DEA.

Date limite de dépôt des dossiers de candidature : **30 avril 1990.**

RENSEIGNEMENTS COMPLEMENTAIRES

Par écrit, en envoyant un curriculum vitae à :

**FORMATION PAR LA RECHERCHE
INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES ET TECHNIQUES NUCLEAIRES
CEN - SACLAY
91191 GIF-sur-YVETTE Cedex
Tél. : (1) 69 08 27 04
(1) 69 08 21 59**



Le système français de formation

J. METZGER
président de la Société Française de Chimie



Nous avons eu hier l'occasion, dans le cadre de la table ronde, d'entendre un certain nombre de spécialistes industriels et de collègues universitaires exposer leur point de vue sur les perspectives ouvertes sur la chimie dans le cadre de l'ouverture des frontières de l'Europe dans quelques années.

Aujourd'hui, il s'agit de thèmes de discussion beaucoup plus étroits, plus précis, plus spécialisés et, comme vous l'avez noté dans le programme, il va y avoir quelques exposés relatifs à différents aspects du système de formation français concernant l'entrée dans les écoles, le rapport entre les écoles et l'enseignement universitaire, l'enseignement du génie des procédés, et puis, après la pause, les spécialisations, la formation continue, la formation par la recherche, et enfin les relations entre les écoles et l'industrie chimique.

En fin de matinée, je vous propose de donner la parole pour quelques minutes à notre collègue Pacault pour nous présenter une information sur un travail de recherche qui a été effectué dans le cadre d'un GS du CNRS sur le thème : « Quelle éducation pour le chimiste de demain ? ».

Nous allons ouvrir la discussion par l'exposé présenté par Yannick Bonnet, directeur de l'Ecole Supérieure de Chimie Industrielle de Lyon, concernant les voies d'entrées dans les écoles de chimie, constats et perspectives d'avenir. Il s'agit d'une combinaison d'exposé et de discussion qui, impérativement, ne doit pas dépasser 30 minutes.

Je donne donc la parole à Y. Bonnet.

Voies d'entrée dans les écoles de chimie, constat et perspectives d'avenir

Y. BONNET
directeur de l'Ecole Supérieure de Chimie Industrielle de Lyon



Actuellement, les écoles de chimie françaises ont un rythme de croisière de recrutement qui a augmenté depuis la période du trou le plus important qu'elles aient connu entre les deux chocs pétroliers, c'est-à-dire vers 1976.

Ce que l'on constate, c'est la stagnation du recrutement par la voie des classes préparatoires, c'est-à-dire que, quand ce recrutement a été augmenté, l'augmentation s'est faite par d'autres voies que celles des classes préparatoires.

Quelles sont donc les voies qui permettent d'entrer dans les écoles ? Il reste, bien sûr, cette voie des classes préparatoires et les concours d'ENSI P, P' et dans certains cas d'ENSI M. Il y a, bien sûr, les classes préparatoires intégrées, et les écoles qui en disposent ont augmenté en général leur effectif. Il y a les entrées par la filière universitaire du DEUG suivie ou non d'un concours, car il y a un certain nombre d'écoles qui recrutent sur DEUG + entretien et d'autres DEUG +

concours. Il y a aussi l'entrée par le DUT et quelques entrées peu nombreuses par le BTS. Voici ce qui concerne les entrées de première année en école de chimie. C'est-à-dire à Bac + 2.

Pour ce qui concerne la deuxième année, il y a un certain nombre d'entrées qui se font dans nos écoles à partir d'éléments provenant de la maîtrise universitaire, et cela concerne effectivement des nombres qui sont très variables suivant les écoles.

A cela s'ajoute, évidemment des éléments qui proviennent de la promotion supérieure du travail, mais ce sont de très faibles effectifs. Ce qui est important, à côté de ce premier constat, c'est de se pencher un peu sur l'avenir et, pour cela, il faut regarder ce qui se passe en amont de ce Bac+2, c'est-à-dire à la sortie du Bac.

Les élèves qui entrent dans nos écoles sont, en majorité issus du Bac C, soit qu'ils aient fait les classes préparatoires (à peu

près 98 % de bac C à côté de quelques Bac D). Mais il faut savoir que dans le cycle universitaire du DEUG ou dans les DUT, on trouve également des Bac C.

Pour ce qui est des Bac F6, on en trouve quelques-uns qui sont entrés dans nos écoles par les DUT.

Ce qu'il est important de constater, c'est que le Bac C est un Bac qui stagne. Il stagne en quantité et il stagne en qualité. Sur le plan de la quantité, l'augmentation annuelle du Bac C est de l'ordre de 0,6 %. Par conséquent, on a une stagnation du Bac C.

Or il y a une pression, à la fois sociale et ministérielle, pour qu'à la sortie du Bac, il y ait de plus en plus de possibilités d'entrer dans des cycles supérieurs. Ce qui veut dire qu'il va falloir puiser dans d'autres Bac que le Bac C.

Le deuxième constat que l'on peut faire, c'est que pour les titulaires du Bac C qui entrent dans les classes préparatoires, leur qualité stagne également, voire régresse. Et ce pour une raison bien simple, c'est que la stratégie personnelle des élèves ou de leur famille, à la sortie du Bac C, est d'exploiter les autres manières d'entrer dans les écoles d'ingénieurs plutôt que de passer par les classes préparatoires.

Comme les préparatoires c'est quelque chose de difficile, de fatigant, et qui comporte un certain déchet au niveau de Math Sup, une stratégie tout à fait normale pour un bon Bac C, est de passer par les IUT. C'est important de se rendre compte de cela, plus particulièrement pour les industriels. Il y a un véritable dévoiement des IUT qui deviennent de plus en plus un premier cycle préparatoire. Donc nous devons intégrer dans notre réflexion, soit pour l'approuver, soit pour le désapprouver, que les IUT sont devenus en fait un premier cycle de préparation aux grandes écoles.

Une deuxième chose qui est importante, c'est qu'un certain nombre d'entre nous ont fait des constats sur la qualité des élèves qui rentrent par des concours et il apparaît qu'il y ait dans les concours d'ENSI un premier tiers des reçus qui émergent sur le plan de la qualité et puis le reste qui est une espèce de fourre-tout dans lequel on ne peut pas distinguer de grandes différences de qualité, et qui se situe certainement à un niveau en dessous.

Je crois qu'il est important de rapprocher ce phénomène d'une réflexion qui a été faite par le ministère, pour la première fois cette année en juillet, qui est d'attirer l'attention des directeurs des grandes écoles sur le fait qu'un certain nombre de concours d'ENSI commencent à avoir la réputation d'être des concours où l'on triche.

Si nous constatons que le premier tiers des élèves passant par les concours est bon, c'est tout simplement que si on triche à l'écrit, on ne triche pas à l'oral, et qu'en fait c'est l'oral qui fait la répartition de la qualité. Alors si je dis qu'il y a une certaine triche, ça ne veut pas dire que les élèves qui rentrent par voie de concours sont mauvais : comme vous le savez, les concours ne font qu'une répartition, le tri a été fait avant, notamment en hypo-taupe. Il faut savoir que les élèves qui sont en taupe sont déjà bons et il vont se répartir beaucoup plus qu'ils ne sont en compétition dans les concours.

Donc le matériau est bon, le tri de qualité se fait plus à l'oral qu'à l'écrit, et il y a une stagnation générale de la qualité que nous constatons, c'est-à-dire que les moins bons des taupins sont devenus médiocres, et ne sont en tout cas pas meilleurs et souvent moins bons que les meilleurs élèves des DEUG et que les meilleurs élèves des DUT. Alors pourquoi les élèves de DEUG et de DUT sont-ils bons ? Pour les élèves de DUT, c'est bien simple : aujourd'hui, il n'est plus déshonorant pour un très bon Bac C d'aller faire un IUT, au contraire, et par conséquent, nous avons un bon produit qui rentre dans les IUT et donc un bon produit qui en sort.

En plus, l'enseignement des IUT est peut-être plus équilibré entre la réflexion abstraite et la réflexion concrète, ce qui est également un facteur positif.

Pour le produit qui sort du système universitaire, il a, lui aussi, de grandes qualités. Quand on propose à des élèves qui n'ont pas appris à nager de faire 500 m dans une mer agitée, il est forcé que ceux qui arrivent au but soient bons et c'est ce qui se passe à l'université. Comme il n'y a pas de tri à l'entrée de l'université, on a des élèves qui ne savent pas nager, on les jette dans une mer agitée, et ceux qui émergent à l'arrivée sont de très bonne qualité.

Nous avons donc actuellement dans nos écoles trois populations grosso modo différentes qui sont toutes les trois des populations, j'allais dire de profil différent, mais de bonne qualité. Dans les classes préparatoires, le recrutement ne pourra pas s'étendre sous peine de voir décroître la qualité.

Ce qui est important, c'est de savoir s'il y a parmi ces élèves qui rentrent par d'autres voies que les classes préparatoires chez nous, des gens dont il faudrait peut-être étendre le recrutement. Ce que nous pouvons constater, c'est que dans les élèves qui sont entrés chez nous par les cycles universitaires DEUG ou par les DUT, il y a des élèves issus du Bac D et que j'ai fait à l'école de Lyon une statistique depuis une dizaine d'années sur la réussite des élèves issus du Bac D ; je me suis aperçu que ces élèves réussissaient au moins aussi bien que ceux qui étaient issus du Bac C.

J'ai banalisé le cycle par lequel ils étaient entrés, je n'ai regardé que le Bac et quand je regarde les élèves entrés chez nous par le Bac D, je constate qu'en fin de 2^e année, puisque c'est là que nous jugeons le niveau scolaire des élèves, nous avons 45 % des élèves issus du Bac D qui sont dans le premier tiers de la promotion, 41 % des élèves du Bac D qui sont dans le deuxième tiers, et seulement 14 % qui sont dans le dernier tiers de la promotion.

Ce qui veut dire que, sur une statistique qui porte sur un certain nombre d'élèves, nous avons une filière par le Bac D potentiellement intéressante.

Est-ce que les classes préparatoires, telles que les programmes existent actuellement, sont une bonne manière de former les élèves pour nos écoles de chimie ?

Personnellement, je crois que ce n'est probablement pas une très bonne manière de former les élèves. Le produit qui en sort est bon, c'est un produit adaptable donc nous pouvons le réadapter à nos écoles de chimie. Mais ce n'est pas pour autant que la filière de préparation de ces élèves est la meilleure pour nos écoles de chimie.

Ce qui me fait dire cela, c'est que la chimie exige un fonctionnement de la mécanique intellectuelle qui soit très largement autant cerveau droit que cerveau gauche. La taupe, c'est purement cerveau gauche, c'est la logique formelle déductive ; que la partie inductive, l'intuition, le flair, la créativité, c'est beaucoup plus cerveau droit et cela nous intéresse beaucoup.

Nous trions les cerveaux gauches par la taupe, si par hasard quelques cerveaux droits sont arrivés à échapper au massacre, tant mieux, mais même ceux qui échappent au massacre mettent plusieurs années à se remettre de la taupe. C'est-à-dire que la taupe les a fatigués. Nous constatons en plus, que de prendre les moins bons des Bac C, ce n'est pas très bon sur un plan culturel. C'est-à-dire que ce qui est important dans la culture, c'est de faire des liaisons entre les disciplines et nous avons des gens un peu bornés qui savent très bien faire marcher leur cerveau gauche dans un logiciel, c'est-à-dire à l'intérieur d'une discipline (ils ouvrent le robinet thermodynamique, ils le referment). Donc nous avons une baisse culturelle du recrutement par la taupe. La deuxième chose, c'est que le Bac C lui-même est moins culturel que le Bac D. La troisième chose que nous constatons, c'est que les élèves de nos écoles ont un niveau de langue étrangère qui peut être parfaitement nul, puisque le Bac C peut se faire en étant fort en maths et physique, et les élèves qui n'ont pas un haut niveau sont forcés de se concentrer sur les matières à haut coefficient et importantes, et ils négligent les langues étrangè-

res. Le pire est qu'ils négligent une langue qui leur devient étrangère et qui est le français.

Il me paraît important d'ouvrir une réflexion sur deux nouvelles filières d'entrée dans nos écoles.

Nous savons aujourd'hui qu'il y a une pression du côté du ministère pour qu'il y ait de nouveaux cycles Bac à Bac + 2 qui se fassent.

C'est le moment d'en profiter pour réfléchir à l'idée de classes préparatoires nouvelles qui seraient faites pour entrer dans les écoles de chimie, qui pourraient s'appuyer sur le Bac D mais également sur le Bac C et qui feraient appel à des élèves plus larges sur le plan culturel, des élèves qui seraient bons en français, en anglais, à qui on demanderait un niveau moins important de physique et de mathématiques, c'est-à-dire une bonne possession de l'outil mathématique dont on a besoin pour faire de la chimie à un niveau raisonnable, mais qui ne soit pas du tout une capacité à modéliser l'abstraction et à couper les cheveux en quatre.

Par conséquent, je crois que nous pouvons réfléchir à de nouveaux programmes de classes préparatoires qui seraient non intégrées mais ouvertes à toutes les écoles et qui seraient des classes préparatoires où l'on remettrait en valeur la chimie, une base de formation expérimentale ; car nous pouvons faire le constat dans nos écoles, il faut parfois 8 heures pour apprendre à un taupin des manipulations élémentaires.

Aujourd'hui, il ne faut pas se bloquer dans l'idée que le Bac C et les classes préparatoires sont les meilleures filières, il faut ouvrir nos champs de réflexion, nous l'avons déjà fait en intégrant des élèves de DUT et de DEUG. Il faut réfléchir maintenant à faire un type de classes préparatoires qui pourrait être un type nouveau. Je crois que la période est bonne et que nous devons le faire.

Il est fort dommage que le Bac F6 conduise très rarement dans nos grandes écoles. C'est tout à fait dommage, car nous constatons que lorsqu'un bon Bac F6 a réussi soit par les classes préparatoires de type TB, soit par le DUT, soit par le BTS, à entrer dans nos grandes écoles, il fait preuve de qualités tout à fait utiles et il marche très bien. Donc le bac F6 pourrait être une voie d'entrée dans nos grandes écoles. Pourquoi ne l'est-il pas ?

Ce qui est stratégiquement grave actuellement dans notre pays, c'est que le primaire est mauvais. C'est à cause d'un très mauvais primaire que les élèves sont orientés par l'échec dans les voies de l'enseignement technique, ceux qui n'ont pas échoué dans le primaire sont envoyés dans le classique. Comme un certain nombre ne sont pas capables d'accueillir

la modélisation mathématique, c'est-à-dire une pédagogie très « cerveau gauche », ils sont éjectés par le système dans les sections littéraires, alors qu'ils ne sont pas plus littéraires que je ne suis fait pour être pasteur. En fait, ce ne sont pas des littéraires, ce sont des gens éjectés des voies C et D vers les classes littéraires et ils vont donc aller remplir les facultés de lettres, de psychologie, etc. et donc aller droit à l'ANPE.

Réponse aux questions

La première réflexion que je ferai, c'est de pourfendre ce mythe de la formation généraliste : plus c'est physique plus c'est généraliste. C'est complètement faux. La chimie est beaucoup plus intelligente que les maths et que la physique et demande, au contraire, une réflexion beaucoup plus généraliste. J'ai fait l'X, je suis passé par la taupe, c'est très limité comme formation. A partir du moment où j'ai fait de la chimie, j'ai commencé à comprendre ce qu'était « être intelligent ». Parce que c'est beaucoup plus difficile. Et cela rejoint toutes les réflexions qui ont été faites sur les mauvais élèves de taupe, les élèves de C qui sont meilleurs que ceux de D, etc.

C'est également un mythe auquel il faut tordre le cou, et je vais lui tordre le cou, parce que j'avoue que ça commence à m'irriter qu'on laisse entendre que des élèves parce qu'ils ont une certaine forme d'intelligence, une certaine forme de mécanique intellectuelle soient plus intelligents que les autres.

On a fait une dérive vers la sélection des gens par le cerveau gauche. La pédagogie elle-même est une pédagogie cerveau gauche et par conséquent on est enfermé dans un modèle.

Il me paraît important aujourd'hui de sélectionner un autre type d'intelligence, il y en a dans le Bac D, il y en a probablement dans le Bac F6, il y en a probablement dans le Bac A1 avec peut-être un autre type de pédagogie, et avec un autre type de programme. Et là nous aurons une ouverture. Notre « hors des maths, point de salut » est un diktat qui nous vient depuis des années de mes camarades de « normale » et de mes camarades de l'X, qui est entretenu, je m'excuse, par les professeurs de taupe qui se font eux-mêmes une idée du standing des écoles en fonction de la difficulté mathématico-physique d'un certain type de mathématiques et d'un certain type de démarche en physique. Je crois que nous devons faire une réflexion de fond pour faire sauter cette dictature qui stérilise nos industries et qui nous prive d'excellents éléments qui pourraient venir d'autres formes d'intelligences.

Les écoles de chimie et l'enseignement universitaire

R. COLLONGUES
professeur, ENSCP

Je vais devoir traiter de manière sommaire un sujet qui demanderait au contraire beaucoup de nuances et je vous prie de bien vouloir m'en excuser. J'essaierai en premier lieu de situer les écoles de chimie à l'intersection des ensembles grandes écoles et universités, ensuite j'aborderai très vite quelques problèmes qui font l'objet de discussions et enfin regarderai du côté de l'avenir.

Les écoles

Les écoles de chimie appartiennent à cette galaxie mal définie des grandes écoles qui groupent 154 étoiles de tailles différentes, dont il n'existe pas de définition officielle mais qui ont des caractéristiques communes sur lesquelles tout le monde est d'accord : sélection, solide formation générale de base,



enseignement puridisciplinaire et liens avec la profession. A ce titre, je crois que les écoles de chimie appartiennent sans aucun doute à la galaxie.

Cependant, c'est toujours une surprise pour l'enseignant dans une école de chimie, que je suis, d'entendre qu'il existe deux mondes : le monde de l'université et le monde des écoles. Je l'ai entendu en 1982 au colloque sur la recherche et je l'ai retrouvé la semaine dernière dans la salle d'attente de mon dentiste dans un hebdomadaire à grande diffusion où il était dit ceci : « contrairement aux autres pays, chez nous les meilleurs élèves du secondaire ne vont pas à l'université ; ils intègrent dans une grande école ; conséquence : ils ne feront jamais de recherche, car on ne fait pas de recherche dans les écoles ». Ceci est peut-être vrai pour l'ensemble des écoles de mécanique, travaux publics etc, c'est à coup sûr faux pour les écoles de chimie.

Au contraire, étant donné que les enseignants dans les écoles de chimie et dans les universités sont assez souvent les mêmes, qu'ils sont recrutés suivant les mêmes critères et que, souvent, ils font leurs enseignements dans les deux établissements ! je n'ai pas l'impression que mes collègues soient « Docteur Jekyll » lorsqu'ils sont au quai Saint-Bernard et deviennent « Mister Hyde » lorsqu'ils montent en haut de la Montagne-Sainte-Genève.

Par conséquent, je crois que l'esprit de l'enseignement est le même. Si l'esprit est le même, le contenu, lui, est différent.

On constate deux choses :

1) dans les écoles, 900 heures par an, alors que dans les filières traditionnelles de l'université licence maîtrise, c'est la moitié (au mieux) ;

2) dans les écoles, la prééminence du travail expérimental, un équilibre entre les enseignements chimiques et les enseignements scientifiques non chimiques. Alors que, depuis qu'une réforme contestable a créé les licences et maîtrises de chimie, l'enseignement universitaire traditionnel est tout à fait monocolore. On arrive à former des gens qui sont excellents en chimie mais qui, compte tenu de l'évolution du monde, sont difficilement utilisables pour autre chose et c'est, je le crois, déplorable.

Ceci dit, l'université a réagi et a créé des filières à vocation plus professionnelle, les « MST », « IST », etc.

J'ai pris l'exemple d'un ingénieur en IST. Total : 830 heures par an et un équilibre entre les enseignements chimiques et les enseignements non chimiques. On se rapproche du modèle des grandes écoles qui n'est donc pas si mauvais. Par conséquent, les écoles de chimie sont de grandes écoles, mais avec des liens privilégiés avec l'université.

Le Bac D

C'est un faux problème. Il y a 30 000 titulaires de Bac C par an, 45 000 de Bac D.

Pourquoi se priverait-on de cette source de recrutement ?

Moins de 5 % des Bacs D vont dans les classes de préparation ; en général, ils rentrent dans les écoles par des voies parallèles, notamment en seconde année et voici une comparaison de résultats obtenus à la fin de la deuxième année :

Position dans la promotion	1 ^{er} tiers	2 ^e tiers	3 ^e tiers
Ecole A	45 %	41 %	14 %
Ecole B	40 %	40 %	20 %

Pour deux écoles tout à fait différentes, on voit que les chiffres sont comparables, les bacheliers D réussissent aussi bien que les C.

Par conséquent, pourquoi se priver de cette source de recrutement ? Après tout, le directeur de l'école est maître des vannes et peut réguler l'entrée des Bac D dans l'école.

La spécialisation

Premièrement qu'en pensent les industriels ?

D'après une enquête de *L'Usine Nouvelle*, lorsque les industriels embauchent un jeune ingénieur, ils cherchent : soit quelqu'un sortant d'une école généraliste à filière ou option chimie, soit sortant d'une école à dominante chimique comme nos ENSI (41,6 %), soit enfin d'une école spécialisée dans un certain domaine de la chimie (31,7 %). La conclusion, c'est qu'il y a de la place pour tout le monde.

Ceci c'est l'enquête de *L'Usine Nouvelle*. Mes contacts personnels m'amèneraient plutôt à réviser à la baisse le troisième chiffre et à la hausse les deux premiers. Il est vrai que ces contacts, je les ai eus plutôt avec des représentants des grandes entreprises et la position de Rhône-Poulenc et celle d'une entreprise moyenne ne sont peut-être pas les mêmes.

Le point de vue des directeurs : aucun n'est favorable à une spécialisation étroite. La plupart des écoles ont mis en place des options en troisième année. Certaines ont une orientation à partir de la seconde année. Mais tout le monde a exclu la spécialisation étroite parce que je crois que cela ne va pas dans le sens de l'histoire et que l'on risque de former un excellent recrutement pour l'ANPE.

La sortie du vase clos

Il est certain qu'à cause de la réforme de l'université dont je parlais tout à l'heure, il est devenu difficile de faire asseoir sur le même banc les élèves de l'école et les élèves de l'université. De sorte que les écoles ont tendance à devenir des mondes clos, à l'abri des turbulences universitaires : les relations entre les élèves et les professeurs sont en général plus que cordiales et, par conséquent, on a tendance à se trouver les plus grands et les plus beaux.

Pour sortir de ce monde clos, il y a certes des médecines douces. Toutes les écoles ont introduit des enseignants du monde de l'industrie, du monde des affaires, des personnalités étrangères, mais d'autres sont allées plus loin et ont introduit d'autres méthodes :

1) *Le bilinguisme ou le trilinguisme*. Une école de chimie le fait depuis 8 ans avec un très grand succès.

2) *La délocalisation de la troisième année* effectuée dans une autre école ou à l'étranger. Cela pose quelques problèmes. Les organisateurs de ce colloque posent la question des programmes : les écoles sont peu différenciées. Est-ce un bien, est-ce un mal ? Si on veut établir cette circulation entre les écoles, je crois que c'est plutôt un bien.

En ce qui concerne le passage de longue durée à l'étranger, on peut se demander si c'est bien le moment et certaines personnes que j'ai interrogées ont tendance à répondre par la négative.

L'alternance

C'est certainement la solution la plus originale qui nous rapprocherait de nos voisins par un passage de longue durée entre la seconde et la troisième année dans une entreprise française ou étrangère. C'est une voie d'avenir.

La formation par la recherche

J'ai souligné par la recherche et non pas pour la recherche : c'est à nous de la réaliser dans les écoles. Ce n'est pas au lycée que le contact aura pu être établi, encore moins dans les classes de préparation. Donc, le contact doit se faire dès la première année.

L'initiation s'effectue généralement sous forme d'une microthèse : c'est une initiation, pas vraiment une formation par la recherche. La microthèse est un succès et il est vrai-

ment spectaculaire de voir l'intérêt avec lequel nos étudiants préparent et rédigent la microthèse et, dans ce cas, ils savent écrire français, je vous assure. Tout à l'opposé de leur attitude vis-à-vis des examens traditionnels. Incontestablement, c'est un « plus » tout à fait certain. Quelquefois, la microthèse est assortie d'un DEA. On pourrait se poser des questions sur les DEA. La plupart des écoles offrent un éventail de DEA, en moyenne trois, quelques fois six. Et 50 % environ des élèves de nos écoles, en moyenne, s'inscrivent à un DEA. Je ne suis pas très convaincu de l'intérêt pour un ingénieur si ce n'est d'avoir au moins une fois dans sa vie scolaire et universitaire l'occasion de s'asseoir sur les mêmes bancs que des étudiants d'autres écoles ou de l'université.

La formation réelle s'effectue par la thèse et là, le chiffre est moins optimiste : 20 à 25 % de thèses. C'est beaucoup plus que dans l'ensemble des grandes écoles. C'est beaucoup moins que chez nos voisins.

C'est un problème très sérieux et il m'est arrivé de regretter le double discours des industriels qui disent aux élèves de troisième année : n'hésitez pas à vous lancer dans la vie active, venez tout de suite. Et qui, quelques mois plus tard, nous demandent des docteurs.

L'avis des élèves et des industriels

Qu'est-ce que les élèves ont apprécié pendant leur passage à l'école ?

D'abord, la plupart sont satisfaits..., surtout après leur sortie de l'école. 58 % mettent en tête les aptitudes développées au cours de la formation et essentiellement au cours de la microthèse et de la thèse, 27 % les connaissances acquises, 14 % la carte de visite que leur procure l'école. Quant aux connaissances, 58 % les jugent très utiles, 34 % pas très utiles et 8 % inutiles. Il est plaisant de constater que ce 8 % chez les jeunes filles tombe à 0 %.

De quoi se plaignent-ils ? Une insuffisance de formation aux relations humaines, aux problèmes de gestion et de marketing.

Si on interroge les industriels, que mettent-ils en tête ?

La compétence, la rigueur, la créativité, c'est-à-dire d'abord les qualités scientifiques, ensuite seulement les aptitudes aux relations humaines ; ils apprécient également beaucoup le caractère polyvalent des ingénieurs sortant des écoles.

L'avenir

Augmenter le nombre d'ingénieurs, c'est une nécessité. Quelles sont les solutions ?

– Augmenter les promotions quand c'est possible : c'est une occasion rêvée de diversifier le recrutement.

– Une seconde solution proposée, c'était la multiplication des écoles. Je ne comprends pas bien si on admet que la recherche est un impératif catégorique : on peut créer une école ou une université tous les 50 km, on ne peut pas créer un centre de recherche tous les 50 km.

Les universités de technologie

Je pense qu'il faut être prudent parce que si Compiègne est un succès remarquable, je ne suis pas sûr que si l'on avait couvert la France d'un réseau de « Compiègne » on aurait eu le même résultat. Les IST peuvent devenir une excellente source de recrutement.

Nous nous apercevons que notre système de formation scientifique et technique est atypique sur deux points :

- 1) il n'y a pas de sortie à Bac + 4,
- 2) l'existence précisément au niveau supérieur de ces grandes écoles.

Faut-il les supprimer ? je pense qu'il ne faut pas faire d'amalgame et qu'il faut être clair. Il y a une double ambiguïté :

1) l'existence de ce qu'un ouvrage récent a appelé « le carré d'as », c'est-à-dire l'ENA, l'École polytechnique, l'École Normale Supérieure et HEC, et puis les autres écoles. Celles-ci bénéficient des critiques (pas toujours justifiées d'ailleurs) qui sont faites aux écoles du « carré d'as », c'est-à-dire d'offrir une rente de situation dès la sortie de l'école et des responsabilités qui normalement ne devraient être exercées qu'après 5 ou 6 ans de pratique.

2) Les critiques que l'on fait aux écoles sont souvent des critiques qui s'adressent aux classes de préparation. On a dit que les classes de préparation, c'est le parcours du combattant et les écoles c'est le repos du guerrier. En ce qui concerne les classes de préparation, on a pu se demander si la vraie sélection était bien placée après Bac + 2.

Peut-on mieux faire ?

En ce qui concerne les écoles, ici encore, les méfaits viennent de ce qu'on les met toutes sur le même plan et que l'on a ajouté : « les écoles aiment le clair obscur et ne souhaitent pas que les projecteurs soient trop braqués sur elles ». En fait, ce n'est pas parce qu'elles ont des vices cachés ou qu'elles ont des maladies honteuses, c'est plutôt qu'elles ont pu mesurer à quel point le déballeage sur la place publique des problèmes de l'université a fait plus de tort que de bien à l'université.

On a créé un comité d'évaluation des universités. Pourquoi n'y aurait-il pas une évaluation des écoles ? Il y a des bonnes écoles, il y a de très bonnes écoles, il y en a sans doute de moins bonnes. De toute manière, nos écoles font partie de notre histoire, elles ont résisté à trois révolutions. Certes, elles enserrant nos entreprises dans une sorte de corset. Le supprimer ne serait-ce pas mettre en péril la colonne vertébrale du système ? Par conséquent, personne n'a proposé de supprimer les grandes écoles.

Alors, quel est le bilan ?

Le bilan est quand même positif et, surtout, la dérivée est largement positive.

Quel est le principal ennemi ?

C'est « l'encoconnement ».

Quelles sont les solutions ?

L'ouverture, élargir le recrutement, accepter l'évaluation, mettre en place l'alternance et puis développer encore la recherche. Tous le monde est d'accord, il suffit de secouer les habitudes. Nos écoles ne sont pas menacées, loin de là. C'est notre pays peut-être qui est en question et je pense qu'il faut y réfléchir si on ne veut pas que, dans les années qui viennent, l'équipe de France joue en seconde division.

Réponse aux questions

J'ai été naturellement, comme je l'ai dit, obligé de tailler « à coup de serpe » dans le sujet. Parmi les problèmes graves, la disparité entre les DEA, la confusion entre travail de thèse et carrière de recherche. Je déplore que cette confusion s'établisse ; pour l'instant, nous avons un moyen : la formation par la recherche au sein même de l'industrie.

Je pense que les contrats du type « CIFRE », dont le succès ne cesse de s'affirmer, peuvent répondre un peu à nos soucis. Il ne faut quand même pas voir la thèse comme l'espèce de monstre qu'elle était autrefois ; elle sort nettement de son cadre universitaire traditionnel. Un problème encore plus grave provient du fait que c'est parmi les meilleurs de nos élèves que le pourcentage de thèses est le plus faible, pour la bonne raison qu'ils sont aspirés dès la sortie par l'industrie. Il faudra, sans casser notre outil de travail qui est, et qui reste, d'excellente qualité, trouver réponse aux questions que j'ai soulevées et cela, je le crois possible.



Vous avez dit l'enseignement du génie des procédés pour les ingénieurs chimistes de demain ? Un bouleversement ou une continuité ?

J.-C. CHARPENTIER
directeur scientifique
du département Sciences pour l'ingénieur du CNRS.

Le monde de la chimie évoluera toujours. Ses frontières sont constamment ouvertes. Huit millions de composés moléculaires sont aujourd'hui synthétisés. Seulement un petit nombre d'entre eux se trouvent dans la nature, les autres sont conçus et fabriqués pour répondre aux besoins de l'homme ou pour satisfaire ses connaissances.

La chimie joue un rôle primordial pour nourrir (aujourd'hui) la population de la planète, pour trouver de nouvelles sources d'énergie, pour habiller et loger l'humanité, pour trouver des substituts aux matières rares, pour améliorer la santé et vaincre la maladie ou pour protéger notre environnement.

Concevoir des réactions qui convertissent ou convertiront les substances chimiques naturelles en substances qui satisfont nos besoins, tel est le rôle du chimiste. Mais l'évolution de nos besoins est devenue telle que les mots clés associés à la chimie seront :

- les frontières intellectuelles de la chimie (comment prendre en compte et jouer avec la complexité moléculaire, contrôle des changements chimiques ?),
- les besoins de l'homme à travers la chimie (plus de nourriture, nouveaux procédés, plus d'énergie, produits et matériaux nouveaux, meilleure santé, biotechnologies, bénéfice économique),
- la qualité de l'environnement à travers la chimie (ozone dans la stratosphère, pluies acides, sauvegarde des climats, lutte contre la pollution eau-solide, stockage des déchets radioactifs),
- instrumentation en chimie pour le suivi très intime des transformations chimiques (laser, ordinateurs, jets moléculaires, synchrotrons, lasers à électrons libres...) ou pour la compréhension de la complexité moléculaire (RMN, diffraction rayons X, spectrométrie de masse...),
- sans oublier bien sûr les paramètres économiques concernant l'équation classique risque-bénéfice ou chimie.

Et le génie des procédés ?

Comment va-t-il évoluer et quel type d'enseignement va-t-il falloir prodiguer pour répondre aux problèmes de société posés, savoir créer (encore) de nouvelles industries pour de nouveaux produits et de nouveaux procédés, ce qu'on appelle aujourd'hui les émergences technologiques (biotechnologies, microélectronique, matériaux avancés, contrôle et sécurité de procédés...), tout en maintenant compétitives les technologies usuelles pour les problèmes classiques et permanents (énergies renouvelables, fiouls synthétiques, économies de matières premières...)?

La réponse est que le génie des procédés évoluera, car le problème posé n'est pas nouveau. En effet, l'essence même du génie chimique puis du génie des procédés est la conception ou la synthèse, le design, l'extrapolation ou l'interpolation, la conduite, le contrôle, l'optimisation de procédés industriels qui changent l'état, la microstructure et la composition chimique du matériau par des séparations physico-chimiques (distillations, extraction, séchage, filtration, cristallisation, adsorption...) et avant tout par réaction chimique (catalytique, biochimique, électrochimique...). C'est donc la discipline qui quantifie les relations intimes entre les phénomènes de transport et la cinétique en relation avec les

performances d'un réacteur fonctionnant dans des conditions que l'on voudrait optimales pour obtenir un produit finement ciblé. Le génie des procédés comporte donc une méthodologie qui peut s'adapter ou appréhender tout système où l'ingénierie de réaction est nécessaire et il couvre ainsi des domaines faisant intervenir diverses technologies comme dans les industries pétrolières, métallurgiques, chimiques, pharmaceutiques... et bien sûr biochimiques et électroniques.

L'enseignement en génie des procédés ne subira pas de grands bouleversements. Il comportera toujours des cours de thermodynamique, de phénomènes de transport, de cinétique, de séparation, de génie de réacteur et de design. Certes, au sein de ces cours des évolutions interviendront. En thermodynamique, on se focalisera sur des molécules longues plutôt que petites, en génie de réacteur, on introduira la conception de réacteurs semi-continus flexibles appliqués à la fabrication de polymères spécifiques ou au dépôt de couches minces pour composants microélectroniques en plus des réactions classiques de la chimie ou de la pétrochimie; dans le design lui-même, on s'attachera plus à la notion de produit, de qualité du produit (catalyseur, zéolithe, polymères spécifiques, céramiques, pigments), au contrôle et à l'environnement du procédé qu'au procédé lui-même. C'est ainsi que la notion même du vocable génie des procédés prendra sa pleine et entière signification.

En résumé, il est bien évident que les percées et non pas les bouleversements en génie des procédés et les modifications (ou complément) d'enseignement qui devront s'ensuivre sont à attendre pour l'application des principes du génie des procédés dans les technologies émergentes, plutôt que par une découverte de nouveaux principes et cela grâce aux énormes avancées de l'instrumentation scientifique et de l'outil informatique. Il peut même être permis de rêver : l'étape ultime serait le développement de systèmes experts pour des procédés qui combindraient à la fois l'approche scientifique de base, l'expérience industrielle et l'instinct et l'intuition de nombreux ingénieurs de procédés.

C'est alors que l'on pourrait songer à l'enseignement du génie de ces fameux procédés, dont les mots-clés sont *compétitivité, qualité, sécurité, fiabilité* et optimisés à partir d'un nombre minimal de données. Mais ne rêvons pas et continuons à enseigner le génie des procédés avec sa méthodologie universelle.

Références : Les MUST de l'évolution du génie des procédés en 1988.

- « Chemical Engineering Frontiers : Research Needs and Opportunities » Rapport Amundson National Academic Press, Washington D.C., 1987.

- « Chemical Reaction Engineering - Current Statuts and future direction », M.P. Dudukovic, Chemical Engineering Education, Fall 1987, p. 210.

- « Le génie des procédés : une science clé pour l'ingénieur », J. Villermaux, 1^{er} Congrès National de Génie des Procédés, Nancy, 1987.

- « Opportunities in chemistry : to day and to-morrow », G.C. Pimentel, J.A. Coonrad, National Academic Press, 1987.

Les spécialisations et la formation continue

D. DECROOCQ
directeur adjoint R et D, Institut Français du Pétrole



Je vais présenter, dans cet exposé, les cycles de spécialisation et formations complémentaires ainsi que la formation continue. Il s'agit évidemment d'un domaine assez varié pour ne pas dire disparate. Je compte donc décrire rapidement les principales filières qui existent en insistant plus particulièrement sur les caractéristiques communes à ces divers types de formation.

Je commencerai par passer en revue les cycles de spécialisation ou formations complémentaires après l'obtention d'un premier diplôme d'ingénieur. Ensuite nous verrons l'aspect formation continue en distinguant les deux cas rencontrés : non diplômante et diplômante.

Les formations complémentaires et cycle de spécialisation concernent généralement des étudiants ayant obtenu un premier diplôme d'ingénieur, qui suivent les enseignements d'une école d'application ou qui poursuivent leurs études dans une des sections spéciales ou dans un programme de Master intégrés au sein d'une école généraliste. Cette formation dure le plus souvent une année et conduit à un diplôme d'ingénieur reconnu par la Commission du titre. Dans le cas où elle est assurée dans des sections spéciales ou dans des programmes de Master, elle est couverte soit par un diplôme d'école ou d'Institut National Polytechnique auquel appartient l'école, soit par le diplôme de Master, qui est un label délivré par la Conférence des grandes écoles.

Quelles sont les caractéristiques communes à ces cycles de spécialisation qui peuvent également accueillir, à côté d'ingénieurs diplômés, un certain nombre de maîtrises.

La première caractéristique réside précisément dans le brassage d'étudiants disposant de formations premières d'origine différente. Vous y trouvez des ingénieurs qui ont en général des cursus assez variés (mécanique, physique, chimie) et qui cohabitent néanmoins dans un même cycle de formation. Mais aussi des universitaires qui ont une formation plus orientée vers la recherche.

La seconde caractéristique est dans la nature de l'enseignement. Le terme spécialisation étant à cet égard parfois restrictif. Il vaut mieux parler de formation complémentaire permettant d'acquérir une double compétence : par exemple, si vous donnez à des mécaniciens ou à des automaticiens une formation génie des procédés, vous faites, dans un cas comme dans l'autre, des ingénieurs qui, de toute manière, vont se retrouver dans l'industrie chimique au sens large. Outre le caractère multidisciplinaire de ses enseignements, une formation complémentaire ou école d'application doit offrir de larges perspectives sur l'ensemble des métiers et notamment sur les métiers qui vont de la recherche et du développement, en passant par la production, jusqu'aux activités de conception et de coordination des nouveaux projets.

La troisième caractéristique de ces formations complémentaires est de vivre en étroite symbiose avec les secteurs industriels concernés. Une large concertation se manifeste déjà au niveau du recrutement qui doit être proportionné aux besoins de l'industrie, tant en volume qu'en qualité. De plus, ce recrutement doit être supporté par un effort financier notable destiné à doter convenablement les futurs étudiants qui, il ne

faut pas l'oublier, ont déjà un premier diplôme et peuvent donc entrer directement sur le marché du travail. Cet effort financier peut, si la formation est appréciée par l'industrie, être dans une certaine mesure apporté par les industriels sous forme de bourses ou de contrats de préembauche.

Mais la symbiose avec l'industrie doit se manifester surtout dans la constitution d'un corps enseignant qui reflète de manière fidèle les métiers dont je vous ai parlé tout à l'heure et qui comporte donc un pourcentage très significatif, pour ne pas dire majoritaire, d'ingénieurs et de scientifiques en poste dans les secteurs industriels correspondants.

La quatrième caractéristique de ces formations réside dans le cadre idéal qu'elles offrent pour l'accueil d'étudiants étrangers qui acquièrent, par ce biais, une meilleure connaissance des technologies françaises.

Ces cycles se situent en effet après l'obtention d'un premier diplôme d'ingénieur ce qui rend plus aisés les échanges par rapport aux actions concernant les formations premières. Il faut donc insister sur le fait que ces écoles d'application et formations complémentaires devraient s'ouvrir systématiquement sur un recrutement étranger de qualité, notamment au niveau des pays industrialisés (Europe, Amérique du Nord, Asie du Sud-Est).

Le bilan de ces échanges avec les pays industrialisés est souvent déficitaire : on trouve aisément des français qui souhaitent, par exemple, poursuivre des études complémentaires au Canada ou aux Etats-Unis, mais bien peu d'américains ou de canadiens viennent faire des études complémentaires en France. De plus, dans un cadre européen, il ne faut pas oublier que, dans un programme comme le programme COMETT qui, par nature, regroupe des universités et des entreprises, vous avez de nombreuses possibilités et une large marge de manœuvre au niveau des formations complémentaires puisque, par nature, ces formations constituent un interface entre les milieux universitaires ou scientifiques et industriels.

Voilà donc pour le cadre général dans lequel s'inscrit ou devrait s'inscrire le fonctionnement de ces écoles d'application ou cycles spécialisés. En France, selon les données du CEFI, on compte 23 écoles dites écoles de spécialisation, c'est-à-dire des écoles autonomes formant chaque année 477 diplômés, d'après les statistiques publiées en 1987 et qui portent donc sur l'année 1986. La durée des études y est d'un an pour les titulaires d'un diplôme d'ingénieur. A titre d'exemple, on peut citer pour la chimie et parachimie, l'Ecole d'Application des Hauts Polymères de Strasbourg, avec un flux annuel de 15 personnes ou l'Ecole d'Application des Corps Gras, avec un flux annuel de 10 personnes.

Dans le domaine de la pétrochimie et de l'énergie émergent principalement l'ESIPSOI de Marseille avec 2 filières (recherche développement et ingénierie) et un flux annuel de 25 étudiants au total ainsi que l'Ecole Nationale Supérieure du Pétrole et des Moteurs qui couvre un domaine très large incluant raffinage-ingénierie et applications des produits pétroliers avec des flux annuels qui sont de l'ordre de 35 en raffinage et ingénierie et 10 en applications.

Enfin, il convient d'évoquer l'Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires de Saclay qui ne couvre pas que la chimie mais dont certaines activités sont bien entendu liées à la chimie, notamment dans la filière génie atomique traitant des problèmes du cycle du combustible (flux annuel global de 65 étudiants par an).

L'inventaire des sections spéciales qui ont été créées dans les écoles d'ingénieurs de formation première s'avère tout aussi varié.

En France, pour tous domaines confondus, le CEFI a recensé 26 sections spéciales pour 20 écoles et 272 diplômes délivrés en 1986. En génie chimique par exemple, il y a deux sections spéciales qui travaillent l'une à l'ENSIC de Nancy, l'autre à l'ENSIGC de Toulouse qui sortent chacune un flux annuel de 10 diplômés par an. Certaines de ces sections spéciales sont également autorisées à délivrer le Master qui est un label, attribué par la Conférence des grandes écoles suite à une procédure d'habilitation appropriée, dont l'analogie avec le système anglo-saxon est évidente et a été voulue.

Mastères : 23 écoles délivrant une centaine de mastères en 1986 (tous domaines)

Exemples en chimie et génie chimique

ENSC Lille :	technologie chimique
IDN :	génie chimique
ENSIAA Massy :	génie industriel alimentaire peintures, encres et adhésifs
ESCEPEA Lyon :	transformation des matières plastiques
ENSC Montpellier :	chimie fine organique et nouveaux matériaux
EC Paris :	génie chimique et agro-alimentaire
ENSIGC Toulouse :	génie chimique

En conclusion, on peut dire qu'il y a actuellement un système français de formations complémentaires assez diversifié mais sans doute trop atomisé et il serait bon d'envisager à terme des regroupements indispensables pour atteindre une taille critique et des caractéristiques de fonctionnement qui répondent à celles définies en début de cet exposé.

En matière de formation continue, il faut distinguer entre formation continue non-diplômante et formation continue diplômante. La formation continue non-diplômante a pris son essor en France à la suite de la loi de 1971 sous des formes extrêmement variées. La formation non-diplômante, qui est assurée par les écoles d'ingénieurs et notamment les écoles d'ingénieurs chimistes, a pour but de traiter ces problèmes de formation permanente sous forme de séminaires qui sont généralement de courte durée et qui sont destinés à des ingénieurs diplômés en cours de carrière qui souhaitent entretenir leurs connaissances, les diversifier ou les élargir. Ces stages de perfectionnement sont très nombreux et vous en trouvez dans la plupart des écoles de chimie françaises.

Je citerai quelques exemples : le CPIC à Nancy qui a organisé, en 1987, 27 stages, accueilli 376 participants, pour un chiffre d'affaires de 2 millions de francs ; l'ESIPSOI à Marseille qui a organisé 14 stages avec 192 stagiaires pour un chiffre d'affaires de 0,8 million de francs et surtout ENSPM-Formation Industrie qui est l'organisme de formation permanente de l'Ecole Nationale Supérieure du Pétrole et des Moteurs. Les activités sont réparties sur quatre centres : Rueil, Lyon, Rouen, Martigues, qui ont accueilli, en 1988, de l'ordre de 3 000 stagiaires, dont 500 ingénieurs, et organisé 95 sessions inter-entreprises et 480 sessions intra-entreprises. Il s'agit là d'une évolution irréversible, le séminaire généraliste étant de moins en moins prisé, la demande se portant surtout sur des séminaires intra-entreprises répondant à des besoins spécifiques. Il en résulte désormais une conception

sur mesure du séminaire qui est organisé pour les besoins d'une entreprise particulière. En conséquence un certain nombre de centres de formation permanente, comme le centre de formation continue de l'Université de Technologie de Compiègne, ont actuellement des menus à la carte et peuvent même traiter de manière souple les cas individuels qui se présentent à eux tant pour les ingénieurs français que pour les ingénieurs étrangers.

La formation diplômante est beaucoup plus difficile à cerner et le nombre de personnes diplômées chaque année apparaît relativement modeste. Vous trouvez parmi les possibilités offertes au niveau de ces formations continues diplômantes :

- en premier lieu, le passage dans une école promotionnelle telle que le CNAM qui est une filière très valorisante mais qui implique de la part du candidat concerné un effort de longue haleine sur un grand nombre d'années puisque l'accès au diplôme d'ingénieur demande, à partir d'un niveau Bac, entre 6 et 9 ans. La filière CNAM fournit actuellement, dans le domaine de la chimie, entre 80 et 100 diplômés par an. D'autres systèmes ont été mis en place plus récemment et intègrent ou prennent en compte une expérience professionnelle. Par exemple, le CESI qui traite entre 200 et 250 personnes par an dans tous les domaines avec une entrée qui s'effectue en général au niveau Bac ou Bac + 2 après un certain nombre d'années d'expérience professionnelle (entre 3 et 5 ans) en entreprise. La scolarité est de 2 années conduisant au diplôme d'ingénieur du CESI qui a été reconnu par la Commission du titre en 1978.

- en second lieu, l'intégration dans les écoles traditionnelles via la promotion supérieure du travail (PST). Il y a plusieurs arrêtés et décrets qui la régissent. Elle s'adresse éventuellement à des personnes qui ont un diplôme de BTS ou de DUT, population qui est en croissance régulière dans les entreprises, ayant effectué un cycle préparatoire de 6 à 18 mois à temps partiel, ajusté en fonction du profil du candidat. Le diplôme final délivré, après deux années d'études à temps plein, est le diplôme de l'école dans laquelle le candidat a été admis en deuxième année.

- en troisième lieu, l'obtention du titre d'ingénieur diplômé par l'état (DPE). Il concerne des personnes qui ont, en général, une expérience professionnelle longue. L'âge minimal requis est de 35 ans et l'activité professionnelle minimale demandée est de 5 ans. Le diplôme est national et un certain nombre d'écoles sont habilitées à examiner les candidats qui veulent l'obtenir, selon une procédure assez particulière, et je me demande de quelle manière nos partenaires européens vont considérer ce diplôme à l'horizon 1992, puisqu'elle repose uniquement sur une expérience professionnelle, un bilan des activités et un travail personnel présenté devant un jury.

L'ensemble de ces filières débitent relativement peu, or la formation continue diplômante apparaît comme une nécessité dans les années à venir. Il ne faut pas oublier que la population des techniciens disposant d'un BTS ou d'un DUT, constituée de jeunes bien formés, augmente de manière importante dans les entreprises. Cette population n'a pas les mêmes soucis ni les mêmes préoccupations de carrière que le personnel technique plus ancien et elle entend notamment évoluer plus rapidement vers des positions cadres et obtenir un diplôme qui soit valorisable, non seulement dans leur entreprise, mais aussi, en cas de changement d'entreprise, sur le marché du travail. Il y a donc là un problème sérieux qu'il conviendrait de traiter au fond dès à présent.

Réponse aux questions

Je voudrais répondre à Monsieur Bertrand qui m'a posé une question concernant le nombre de jeunes ingénieurs qui entreprennent des formations complémentaires. N'étant pas un statisticien, je vais me contenter de vous donner des ordres de grandeur. De plus, il est souvent difficile de s'y retrouver dans les chiffres parce que les formations complémentaires envisageables pour un ingénieur chimiste sont de trois types. Il peut, pour s'orienter vers la filière recherche, préparer un

DEA durant sa troisième année d'école, puis entreprendre une thèse de doctorat. Mais il peut aussi se tourner vers une formation complémentaire de type économie-gestion ou encore de type technique. J'ai brossé ici, bien entendu, le panorama des formations complémentaires de type technique. Il y a quelques années, j'avais consulté des statistiques publiées et la répartition était alors sensiblement de un tiers, un tiers, un tiers. Le pourcentage global des ingénieurs, diplômés au sens de la Commission du titre, qui font une formation complémentaire est assez stable et, toutes disciplines confondues, oscille autour de 18 %. Je dirais que les formations complémentaires techniques ne doivent pas représenter plus de 7 % des ingénieurs chimistes diplômés.

Je passe à deux questions qui m'ont été posées par Monsieur Boillau et par Monsieur Ansart concernant les formations complémentaires économiques. Un certain nombre d'ingénieurs chimistes font des formations complémentaires de type économique. A ce sujet et je vous prie de bien vouloir m'en excuser, je vais être un peu provoquant. J'ai moi-même, pendant des années, animé les campagnes de recrutement de l'Ecole Nationale Supérieure du Pétrole et des Moteurs dans un certain nombre d'écoles de formation première et, notamment dans l'ensemble des écoles d'ingénieurs chimistes. Que je sache, je n'ai jamais rencontré d'étudiants qu'il fallait motiver particulièrement, car ils l'étaient tous dès le départ, pour des formations complémentaires de type économique alors que le recrutement dans les domaines techniques s'avère beaucoup plus ardu. Or je pense sincèrement qu'au niveau français et dans le secteur de la chimie, il serait bon que les

jeunes ingénieurs trouvent un premier job et travaillent quelques années dans des secteurs scientifiques et techniques pour lesquels ils ont été formés. La formation complémentaire en gestion peut certes être entreprise pour ceux qui sont spécialement motivés, dans la foulée du diplôme d'origine. Mais il est aussi souvent préférable de la proposer après quelques années de carrière, à des cadres qui, vu leur potentiel et leurs résultats, sont à même d'être dirigés vers des postes de haute responsabilité dans la Société.

J'ai une question de Monsieur Montelle concernant encore les données statistiques et je suis de nouveau collé. Il s'agit de la part du marché de la formation continue tenue par les écoles d'ingénieurs chimistes où les structures qui en émanent. Je ne dispose pas des chiffres exacts mais je voudrais attirer votre attention sur le fait suivant : le marché de la formation continue est encore à l'heure actuelle un marché pour techniciens. Quand vous regardez sur l'ensemble des grands organismes qui font de la formation continue, 80 % du chiffre d'affaires est obtenu sur des séminaires pour techniciens et non sur des séminaires pour ingénieurs. En ce qui concerne les statistiques qu'a donné Monsieur Angelino, elles n'appellent pas de réponse mais, à propos de la remarque de Monsieur Dupuis sur des filières très spécialisées, il me semble que c'est au niveau des écoles d'ingénieurs chimistes qu'il faut aborder ces problèmes, dans le cadre de la troisième année, en faisant évoluer, grâce à quelques enseignements bien ciblés, la perception que peuvent avoir les étudiants de domaines plus étroits mais de haute technologie.

La formation par la recherche

F. L'EPLATTENIER
Ciba-Geigy, Bâle

En tant que Suisse, j'éviterai d'aborder le problème de la formation de l'ingénieur en France ; je viens de me rendre compte qu'il s'agit d'un problème assez chaud. Je me contenterai de décrire la situation dans mon pays en espérant que l'exemple helvétique, loin d'être parfait, puisse donner quelques idées valables pour résoudre les problèmes en France.

En guise d'introduction, il me paraît utile de situer la chimie en Suisse. L'activité industrielle est concentrée sur quelques grands groupes caractérisés par les deux éléments suivants :

a) *la multinationnalité*, Hoffman-La Roche, Sandoz et Ciba-Geigy réalisent près de 98 % de leur chiffre d'affaires en dehors de la Suisse,

b) *une intense activité R + D*, en moyenne 10 % du CA sont investis dans R + D.

Ces caractéristiques sont une conséquence directe de la situation particulière du pays. La Suisse est un petit pays, 13 fois plus petit que la France, avec un marché intérieur extrêmement restreint et sans ressources naturelles. Pour sauvegarder son bien-être économique, il est indispensable que les entreprises suisses soient en mesure d'exporter en quantité suffisante des produits et des systèmes avec une forte valeur ajoutée.



Pour illustrer cet état de fait, la contribution de l'industrie chimique à la balance commerciale est tout à fait significative. Malgré l'absence de matières premières, l'industrie chimique apporte près de 24 GFF à la balance commerciale. En transformant les matières de base importées en produits intelligents à haute valeur ajoutée, la recherche et le développement industriels contribuent d'une façon significative à diminuer le déficit de la balance commerciale du pays.

80 % des dépenses pour la R + D sont assumées par l'industrie privée, dont 45 % par l'industrie chimique, ce qui, en 1986, représente 20 GFF sans compter les dépenses R + D des entreprises suisses à l'étranger.

Pour que l'industrie puisse continuer de jouer son rôle et investir des sommes importantes pour la R + D, il faut veiller à une répartition judicieuse et clairement établie des responsabilités de l'Etat et de l'économie privée. Dire qu'il faut une répartition judicieuse des responsabilités signifie, en particulier, que l'université restera un partenaire intéressant et un interlocuteur valable pour un secteur industriel comme la chimie si elle continue à remplir ses deux fonctions traditionnelles suivantes :

— Former des individus et en particulier des chercheurs, avec un bagage de connaissances suffisant et adéquat pour être intégré avec succès dans une recherche industrielle.

TABLEAU 1. — *L'industrie chimique suisse.*

Balance commerciale de l'industrie chimique en 1987	+ 6 268 Mio. FS
● CH total	- 7 694 Mio. FS
Part de l'industrie chimique au total des exportations	22 %
Personnes occupées (1987)	69 588
Montants affectés à la recherche et au développement (1986) (% du total de l'industrie suisse)	45 %

TABLEAU 2. — *Economie privée 1986. Distribution des universitaires par branches.*

Branche	Universitaires	%
Machines/métaux	3 202	19
Electro/électronique	3 667	22
Chimie	6 327	38
Divers	3 384	21
Total	16 580	100

TABLEAU 3. — *Economie privée 1986. Activités des universitaires.*

Branche	R + D	Production	Administration
Machines/métaux	1 409	784	1 009
Electro/électronique	2 094	275	1 298
Chimie	3 243	967	2 117
Divers	956	1 533	629
Total	7 702	3 559	5 053

— Elargir et approfondir notre niveau de connaissances générales et fondamentales.

Permettez-moi de développer cette deuxième mission qui consiste à faire avancer les frontières de nos connaissances fondamentales, libres au départ de toute contrainte et justification économique. Au nom de la valorisation de la recherche fondamentale, et je crois que ce n'est pas un problème spécifique à la Suisse, une certaine pression est exercée sur les chercheurs universitaires pour faire de la recherche dite « utile ». A mon avis, l'utilité de la recherche universitaire ne doit pas se juger aux possibilités d'applications pratiques de ses résultats, mais à la qualité de ses projets et à la qualité des chercheurs qu'elle forme. De toute façon, il faut se rendre à l'évidence : l'université n'a ni les moyens, ni l'infrastructure nécessaire pour faire de l'innovation.

Le processus d'innovation qui consiste à valoriser économiquement des connaissances scientifiques et techniques est un travail de longue haleine qui peut durer jusqu'à 15 ans dans le secteur pharmaceutique et qui exige une collaboration extrêmement étroite entre la recherche, le développement, le marketing, la production, sans compter tous les services auxiliaires comme le département des brevets, le département de toxicologie, etc. Sans une telle infrastructure, les travaux de la recherche ne peuvent pas être valorisés pratiquement. Il faut donc éviter que les moyens de la recherche universitaire glissent trop en aval, là où ses structures et une information insuffisante sur les besoins ou les perspectives du marché, par exemple, ne lui permettent pas d'agir efficacement.

TABLEAU 4. — *Economie privée 1986. Universitaires dans le secteur R + D.*

Branche	Sciences exactes et naturelles	Ingénieurs	Médecins	Sciences humaines	Total
Machines/métaux	280	1 086		43	1 409
Electro/électronique	313	1 746	1	34	2 094
Chimie	2 446	258	477	62	3 243
Divers	372	539	13	32	956
Total	3 411	3 629	491	171	7 702

Les hautes écoles ne doivent pas se substituer à l'industrie dans les tâches qu'elles ne peuvent remplir parfaitement. En revanche, l'économie attend des hautes écoles qu'elles fassent avancer les frontières de nos connaissances à un rythme adapté aux besoins de la société et des industries.

Autre mission essentielle de l'université : formation en quantité suffisante de chercheurs capables d'être intégrés avec succès dans un département R + D industriel. Ceci implique que les programmes de formation et le contenu de ceux-ci soient constamment adaptés à l'évolution de la science, de la technologie et de l'économie.

Considérons d'abord l'aspect quantitatif : l'industrie chimique est un grand consommateur d'universitaires. En Suisse, près de 40 % des universitaires engagés dans l'économie privée sont actifs dans l'industrie chimique. A titre de comparaison, dans l'industrie des machines et des métaux, la proportion d'universitaires est six fois plus faible.

Plus de la moitié des universitaires de l'industrie chimique sont actifs dans la recherche et le développement, 15 % dans la production et un peu plus de 30 % dans les services administratifs, comprenant en particulier le marketing, le service technique à la clientèle, le service juridique, etc. Une analyse de la formation de ces universitaires indique que la grande majorité d'entre eux a une formation scientifique. Plus de la moitié des universitaires actifs dans la R + D sont des chimistes ou des ingénieurs chimistes. En raison de la diminution du nombre d'étudiants et malgré les débouchés très attrayants qu'offre la chimie, il devient malheureusement de plus en plus difficile d'attirer et de recruter des chimistes ou des ingénieurs chimistes de haut niveau. Une bonne information sur la chimie, sur ce qu'elle est, sur ce qu'elle fait, destinée à la jeunesse pleine de doutes et de critiques et qui considère que la chimie crée plus de problèmes qu'elle n'en résout, devient indispensable pour susciter de nouvelles vocations et assurer la relève. Et c'est surtout dans nos lycées que l'enseignement doit être poussé et amélioré.

Ceci nous conduit au problème de la formation des chimistes et des ingénieurs chimistes. Si je prends l'exemple de Ciba-Geigy qui, à mon avis, est représentatif pour les grands groupes chimiques en Suisse, nous constatons que plus des deux tiers des chimistes sont actifs dans la recherche et le développement. Et à ce chiffre s'ajoutent les scientifiques qui, après avoir passé quelques années dans la recherche et le développement, sont transférés dans des départements de production ou de marketing. En d'autres termes la grande majorité des ingénieurs chimistes et des chimistes qui quittent l'université ou les hautes écoles entrent dans l'industrie par la porte de la recherche et du développement. L'industrie attend donc de l'université qu'elle forme des chercheurs qualifiés. A notre avis, la meilleure façon d'acquérir cette formation est d'exécuter un travail de recherche dans le cadre d'une dissertation.

C'est en exécutant une thèse de doctorat que l'étudiant apprend vraiment son métier de chercheur, en étant confronté aux difficultés, aux exigences et aussi, je l'espère, aux satisfactions de l'exécution d'un travail personnel d'une certaine envergure scientifique. Les points suivants me paraissent avoir une importance particulière pour le doctorant :

A quoi sert le doctorat

- Se poser les bonnes questions
- Se familiariser avec l'état de la technique et détecter les limites de nos connaissances dans un domaine particulier
- Apprendre à planifier son travail expérimental
- Evaluer d'une façon critique les résultats obtenus
- Rédiger et présenter les objectifs et les conclusions d'un projet de recherche
- S'intégrer dans des équipes de recherche pluri- et interdisciplinaires

— Elaborer et structurer un sujet de recherche, se poser les bonnes questions, ce qui est souvent aussi difficile que de les résoudre.

— Se familiariser avec l'état de la technique et les moyens modernes de la bibliographie. Détecter les limites de nos connaissances dans un domaine particulier et avoir la satisfaction de se battre au front avec les meilleurs.

— Apprendre à planifier son travail et, en particulier, ses expériences. Le travail expérimental devient de plus en plus sophistiqué, donc coûteux ; il est important qu'il soit planifié d'une façon judicieuse et rationnelle. De plus l'activité au laboratoire permettra à l'étudiant de se convaincre que la chimie reste une science expérimentale et que les inventions se font à la « paillasse » et non pas derrière un écran d'ordinateur.

— Evaluer d'une façon critique les résultats positifs ou négatifs du travail expérimental. Il faut que l'étudiant s'habitue à l'échec et au fait que la recherche est une école de modestie où la convergence entre une hypothèse de travail et le résultat d'une expérience est plutôt l'exception. La conscience de la difficulté permettra au futur chercheur, non pas de subir l'échec, mais le stimulera à le surmonter, à constamment relever le défi.

— Rédiger et présenter les objectifs et les résultats de son travail à des pairs scientifiques et à des non-initiés. En effet, l'étudiant doit apprendre assez tôt à vulgariser et expliquer en termes simples et compréhensibles les objectifs et les résultats de ses travaux. Cet effort de vulgarisation de la part de scientifiques est indispensable pour obtenir du et des crédits à l'intérieur d'une entreprise où le pouvoir de décision est entre les mains, non pas de spécialistes, mais de généralistes. Cet effort est aussi important à l'extérieur de l'entreprise pour communiquer avec l'opinion publique, un facteur qui devient essentiel pour l'industrie chimique si elle veut retrouver la confiance de son entourage.

— Préparer l'étudiant à travailler dans des structures et des équipes de recherche inter- et pluridisciplinaires, une des caractéristiques de la recherche industrielle moderne.

Permettez-moi d'illustrer ce dernier point avec l'exemple de Ciba-Geigy dont la recherche peut être caractérisée par deux axes pointant dans des directions différentes, mais ayant la chimie comme même origine. Un des axes est situé aux interfaces chimie, biologie et médecine ; il caractérise l'activité R+D des divisions biologiques — division pharmaceutique et division des produits pour l'agriculture. L'autre axe se situe aux interfaces chimie, physique (science des matériaux), science de l'ingénieur et est représentatif de l'activité recher-

TABLEAU 5. — Distribution des chimistes (Ciba-Geigy, maison mère, 1987).

Fonction	%
Recherche	43,3
Développement	21,5
Production	16,7
Marketing	11,0
Administration	7,5

che et développement des divisions dites techniques, telles la division colorants, matériaux plastiques et composites, ainsi que la division des équipements électroniques. Dans ces domaines techniques, il s'agit en particulier de développer de nouveaux matériaux. La tâche du chimiste est de découvrir des molécules permettant la création de matériaux avec des propriétés physiques et/ou électroniques intéressantes. Le physicien s'occupera de la caractérisation de ces composés et tentera d'élucider, au niveau moléculaire, les phénomènes qui déterminent les propriétés et le comportement des matériaux. Seul le chimiste peut concevoir de nouvelles molécules et des procédés pour fabriquer ces molécules mais, sans l'aide du physicien, il ne sera jamais à même de caractériser ses composés et aussi de comprendre au niveau moléculaire les phénomènes qui déterminent les propriétés et le comportement de ses matériaux. Le dernier maillon de la chaîne est l'ingénieur qui s'occupera du design et qui, sur la base de données physiques et chimiques, déterminera selon quelles technologies ces matériaux seront usinés et fabriqués.

Tout ceci pour démontrer qu'une participation aux grandes découvertes et aux grands développements techniques du futur exige la collaboration de scientifiques venant d'horizons différents et la création de structures facilitant l'interaction de disciplines scientifiques différentes. Et le travail de thèse devrait être en principe le moment idéal pour favoriser cette ouverture d'esprit tout en évitant la formation « touche à tout » qui conduit évidemment à la médiocrité. Je dis en principe car nous constatons encore, dans beaucoup d'instituts universitaires, un cloisonnement plutôt qu'une ouverture. On pratique encore trop souvent le « culte de la petite différence » au lieu de s'attacher à ce que différentes disciplines ont de commun et de mettre l'accent sur les interfaces d'une discipline scientifique avec d'autres disciplines. Ceci permettrait de mieux préparer l'étudiant à son futur métier de chercheur.

Que la recherche effectuée pendant le doctorat soit utile ou valorisable sur le plan économique n'a qu'une importance secondaire. Ce qui importe, c'est que le climat intellectuel qui règne à l'université permette l'épanouissement de chercheurs créatifs et motivés.

La durée du travail de doctorat reste un thème qui est l'objet de nombreuses discussions. Nous remarquons, au cours de ces dernières années, une prolongation très substantielle de la durée de la thèse. La raison principale de cette prolongation est la diminution du nombre d'étudiants en chimie, alors que dans beaucoup d'universités le nombre de professeurs a augmenté. Il y a donc pénurie de doctorants pour la recherche universitaire ; une façon d'y remédier est de prolonger la durée du travail de thèse. A notre avis, la période du doctorat ne devrait guère dépasser trois ans afin d'éviter que le jeune chercheur ne commence après trente ans son activité professionnelle. Il faudrait aussi qu'il ait la possibilité de compléter sa formation par un stage « postdoctoral » dans une université étrangère, de préférence américaine ou japonaise. Un tel stage est bénéfique non seulement pour appro-

fondir et élargir des connaissances scientifiques mais aussi pour habituer le futur cadre d'une entreprise multinationale à franchir des barrières linguistiques et culturelles.

Nous estimons donc que seule une intense activité « recherche et développement » permettra aux multinationales chimiques suisses de rester compétitives dans le domaine des spécialités chimiques. Pour ce faire, ces entreprises doivent être en mesure de pouvoir recruter en nombre suffisant des chercheurs de haut niveau. A cette fin, nous considérons que le travail de doctorat d'une durée idéale de trois ans représente une très importante étape de la formation du jeune chercheur, car c'est au cours de son travail de thèse qu'il apprend vraiment son métier.

La formation par la recherche permettra aux jeunes chimistes ou ingénieurs chimistes de s'intégrer dans un département recherche et développement industriel et leur permettra aussi de se déplacer en aval dans l'entreprise et de prendre, après quelques années, des postes de responsabilité dans des départements de production ou de marketing. Le passage par la

recherche est toujours bénéfique ; il permet non seulement d'acquérir des connaissances techniques mais aussi de mieux comprendre l'état d'esprit et la motivation du chercheur avec lequel il continuera de collaborer en tant que chimiste de production ou chimiste de marketing pour faire de l'innovation industrielle.

Finalement, nous considérons que tout responsable de la recherche et du développement, même au plus haut niveau de responsabilité, doit avoir passé avec succès par la « paillasse ». On ne naît pas directeur général de la recherche et du développement, on le devient en gravissant tous les échelons de la hiérarchie après avoir démontré que l'on était capable, comme chercheur, de se battre avec succès en tête du peloton. C'est un processus qui a l'inconvénient d'être un peu lent, surtout si on a l'ambition de devenir directeur général. C'est tout à fait l'opposé du « star system » bien connu en France, mais il a l'avantage de permettre à un responsable de la recherche et du développement de connaître ses gens et d'être reconnu par eux comme un des leurs.



Relations entre les écoles et l'industrie chimique

M. JAYMOND
Société de Chimie Industrielle, Paris

A. Situation actuelle

La situation actuelle, d'après une enquête que nous avons effectuée à l'occasion de ce colloque auprès des écoles de chimie et d'entreprises représentant l'éventail de l'industrie chimique en France, peut se caractériser par les éléments suivants :

Au plan général

Les réponses sont unanimes pour estimer qu'il est indispensable d'entretenir des liens entre écoles et entreprises. Mais, suivant la taille de ces dernières (la charnière pouvant être évaluée à 10/15 embauches de cadres par an), la position prise est différente.

Les « grandes » entreprises ont une politique souvent très volontariste, soutenue et développée par les services de recrutement et/ou le développement cadre. Les plus petites n'ont pas de politique au niveau de la société, mais soutiennent les initiatives individuelles et locales et travaillent au coup par coup en essayant de faire le meilleur choix concernant leurs embauches et leurs contrats de recherche.

Stage

Les activités qui sont considérées par tous comme bonnes à très bonnes sont les stages intégrés dans les cursus scolaires. Ils existent en nombre suffisant. (On trouve même des entreprises qui ne peuvent pas satisfaire toutes leurs offres). Les industriels y voient un moyen de rentrer en contact directement avec les étudiants et les uns et les autres pensent que ces stages ont une action très bénéfique sur la formation des élèves.

Recrutement

Le recrutement, d'une façon très générale, ne pose pas de problème actuellement. Les entreprises souhaitent embaucher directement à la sortie de l'école (pas de thèse) sauf pour les postes de recherche (et ce n'est même pas une règle absolue). Les entreprises cherchent toutes les occasions de contacts directs avec les étudiants eux-mêmes, pour porter leur propre jugement sur les candidats éventuels.

Recherche

Dans le domaine de la recherche, les relations sont également bonnes. Mais ceci est plutôt une pétition de principe puisque, dans ce cas, les entreprises choisissent avec soin leurs partenaires.

Formation continue

La formation continue est également l'objet des relations considérées comme très fructueuses. Les programmes sont définis en commun et les enseignants fournis par les entreprises sont nombreux (environ 50/50 semble souhaitable).

Première formation

Pour la première formation, le débat est beaucoup plus ouvert. Les enseignants revendiquent l'entière responsabilité de la formation scientifique de base, ce que les industriels leurs abandonnent volontiers. En revanche, les uns et les autres sont d'accord pour reconnaître que les formations relatives à la vie dans l'entreprise peuvent être efficacement confiées à des cadres de l'industrie.

En général, les industriels souhaitent une formation de base très solide et seulement une initiation à la réalité de l'entreprise, mais leurs réponses sur ce sujet ne sont pas totalement convergentes. En particulier les problèmes de communication (y compris la connaissance des langues) et de créativité ne semblent pas bien résolus.

Conseils

Le fonctionnement des différents conseils est analysé de façon assez divergente. Tous souhaitent qu'on y traite de l'avenir des écoles en priorité et que les participants des entreprises soient pris parmi les responsables de haut niveau. Sur les sujets abordés dans la réalité, les industriels ne partagent pas toujours la satisfaction affichée par les directeurs d'écoles.

Taxe d'apprentissage

Enfin, un point très difficile est celui de la taxe d'apprentissage. Son montant représente une part importante à très importante du budget propre des écoles. Or, sauf exception, elle stagne ou décroît légèrement depuis 1986 et son avenir est incertain.

B. Evolution de la situation

Comment peut-on envisager l'évolution de la situation ?

Globalement, les personnes qui ont répondu sont assez satisfaites, mais il faut souligner que les industriels considèrent qu'ils sont devant un « marché » ouvert qui répond assez bien à bien à leurs besoins aujourd'hui et ils en profitent. Mais ils reconnaissent qu'il est très difficile de prévoir l'évolution des métiers de la chimie. Il semble qu'il est urgent et très important qu'ils approfondissent leur réflexion sur ce sujet.

Les enseignants, forts des résultats positifs obtenus jusqu' alors, sont très jaloux de leurs responsabilités totales dans la définition des programmes de formation scientifique de base. Mais cette situation peut-elle durer ?

Comme pour la formation continue ou la recherche appliquée, il semble nécessaire que les uns et les autres se concertent sur le projet pédagogique dans son ensemble.

Un point de rencontre au niveau global (ensemble des écoles, représentants de l'industrie) devrait être créé pour réfléchir à l'évolution des métiers de la chimie et aux conséquences qu'elle aura sur la formation de base. Cette cellule pourrait également traiter les problèmes d'insertion dans la vie active (communication, langues, droit social, gestion...). Dans ce domaine, des réalisations locales ont été mises en place qui semblent très efficaces et qui pourraient se généraliser avec profit.

Le fonctionnement des conseils d'administration pourrait bénéficier des retombées du travail évoqué ci-dessus. Le temps consacré au projet pédagogique étant largement augmenté, des responsables de haut niveau accepteraient volontiers d'y participer effectivement.

Le rôle déterminant des directeurs d'écoles sur le fonctionnement des conseils a été souligné.

Un effort d'imagination doit être fait pour sauvegarder et renforcer la part de la taxe d'apprentissage reversée aux écoles d'ingénieurs et spécialement de chimie.

Concernant la recherche, il a été suggéré aux écoles de faire un effort en faveur des P.M.I. D'autre part, les industriels souhaitent participer aux conseils scientifiques des écoles.

Il apparaît de façon très nette que pour améliorer leur recrutement, les entreprises développent beaucoup d'efforts pour établir des contacts directs avec les étudiants.

En conclusion, si la situation actuelle est globalement bonne, il ne faut pas oublier que la compétition va beaucoup s'élargir, qu'elle sera très sévère dans la prochaine décennie. Un effort permanent de concertation entre les écoles et les entreprises, dans tous les domaines, serait de nature à permettre aux premières de garder, sinon d'améliorer, leur position actuelle.

L'éducation du chimiste de demain

P. Figuière ⁽¹⁾, J.J. Legendre ⁽²⁾, A. Pacault ⁽³⁾, J. Thibault ⁽⁴⁾, A. Tiberghien ⁽⁵⁾

M. PACAULT

Introduction

L'enseignement de la chimie, à quelque niveau que ce soit, est de plus en plus remis en question. La conférence qui nous réunit à Mulhouse a surtout porté sur le contenu des enseignements et une multitude de choix est apparue. Quels sont les critères de ces choix ? Sont-ils vraiment étayés par des résultats de recherche ? Or, en France, peu de travaux de recherche portent sur la transmission et l'appropriation des connaissances en chimie.

Actuellement, une recherche de ce type est menée dans le cadre d'un groupement scientifique du CNRS sur l'éducation (*). Ce projet a été lancé à la demande de la direction du département Chimie du CNRS. Plusieurs écoles de chimie y participent (Paris, Bordeaux, Lyon) ; l'école de Lyon (ESCIL) a été la première à l'initier.



Comme tout travail scientifique, ce projet de recherche ne peut aborder l'ensemble des aspects de la formation. Nous avons choisi d'étudier les connaissances et les démarches que

(1) Université de Paris-Sud.

(2) ENSCP.

(3) Centre de Recherche Paul Pascal (CNRS), Bordeaux.

(4) Université de Paris VI.

(5) CNRS-IRPEACS, Lyon.

(*) Le responsable est Monsieur Albertini, directeur du laboratoire IRPEACS-CNRS.

les étudiants de chimie à Bac+4 ou 5, mettent en œuvre quand ils se retrouvent devant un problème posé dans un contexte quasi professionnel. Cette étude est faite par la méthode des entretiens individuels. Ceux-ci sont réalisés avec une dizaine d'étudiants (Bac+4 ou 5) confrontés à la résolution de problèmes ouverts lors d'un stage de plusieurs mois dans l'industrie ou en laboratoire de recherche pour faire une microthèse.

Nous étudions également, à l'aide de questionnaires écrits soumis à un grand nombre d'étudiants à différents niveaux de l'enseignement, les significations données à des mots correspondant à des concepts fondamentaux. C'est ainsi que nous avons passé des questionnaires pour les mots : énergie, catalyse, force, élément chimique.

Premiers résultats

Analyse des entretiens

Les entretiens sont enregistrés puis retranscrits, et l'analyse est faite à l'aide d'un logiciel que nous avons créé pour ce faire. Les premiers résultats d'une analyse globale permettent d'explicitier la démarche de l'étudiant en opérant :

- une réduction des données avec conservation de la chronologie narrative ;
- une première structuration.

Cette structuration se fait de deux points de vue :

- par thèmes, c'est-à-dire suivant les domaines de connaissances. Ces thèmes peuvent donc être des concepts. Par exemple, dans la série d'entretiens que nous avons analysés, les thèmes retenus sont catalyse et monocristal (élaboration, analyse,...) ;

- par les actions de l'étudiant associées à sa démarche, par exemple les activités de bibliographie, de manipulations, de discussions,... Ces actions sont mises en correspondance avec des rubriques utilisées dans l'analyse du point de vue des connaissances (voir ci-après). A ces actions sont associés leurs effets et les événements extérieurs ainsi que, s'il y a lieu, les échanges d'information (source et nature).

Une deuxième analyse dont le but est d'explicitier les connaissances utilisées par l'étudiant, est faite par mot clés. Les éléments de l'analyse sont :

- les mots clés principaux : mots scientifiques ou pouvant préciser l'activité scientifique.

Ces mots sont en priorité des substantifs donnés au singulier, ils peuvent être aussi un verbe d'action donné à l'infinitif. La sémantique du texte guide le choix des mots clés principaux.

- les mots clés associés : ils sont associés à un mot principal et peuvent être des qualificatifs. Les mots associés sont collectés dans l'ordre d'apparition. Il y a au maximum 10 mots clés associés par mot clé principal.

Les mots clés principaux sont repérés dans le texte et dans le temps.

- les rubriques : chaque mot clé principal et ses mots associés sont attachés à une rubrique. Cette rubrique a pour but de préciser le contexte dans lequel ces mots sont utilisés comme nous l'avons indiqué dans l'analyse globale. Chaque rubrique peut avoir des sous-rubriques.

Les rubriques choisies sont : bibliographie, laboratoire, relations (interpersonnelles), analyse (au sens scientifique), présentation d'un problème, rédaction du mémoire, curriculum vitae.

- les thèmes : la caractérisation d'un mot clé principal est complétée par la mention du « thème » déterminé selon l'analyse globale du texte présenté précédemment.

Exemple de résultats

Une série d'entretiens a été réalisée auprès d'une étudiante en stage de microthèse dans un laboratoire de recherche. Nous

présentons pour le thème catalyse, les analyses des parties correspondant à deux des entretiens : celui fait deux semaines après le début du stage et celui fait en fin de stage quand l'étudiant commence la rédaction du mémoire et continue ses activités de laboratoire. Dans ces parties, les mots clés principaux les plus fréquents (donnés par l'analyse en fréquence) et significatifs du point de vue du concept de catalyse sont : catalyse, réacteur, hydrogénation, adsorption, hydrogène.

Voici le chaînage direct du mot catalyse dans l'entretien de début de stage (figure 1) :

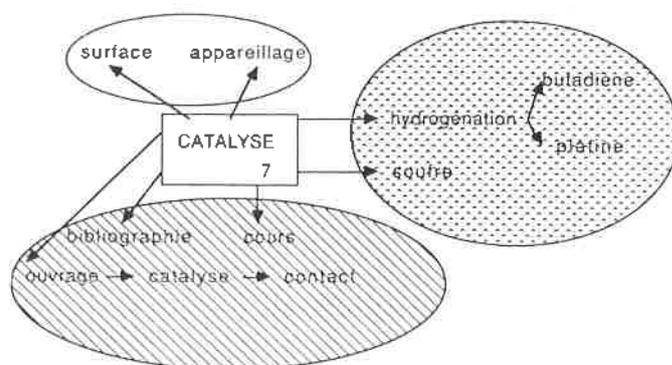


FIGURE 1.

Comme mot clé principal, catalyse est prononcé 7 fois. Le nombre de mots associés est important. Les ramifications sont restreintes, donc la surface des champs d'investigation faible et les connexions entre connaissances très réduites.

Nous avons regroupé ces ramifications en trois domaines :

- opératoire (zone en pointillés),
- notionnel (zone avec de petits triangles),
- informatif (zone hachurée).

Le chaînage inverse du mot catalyse pour ce même entretien est beaucoup plus pauvre, ce mot est utilisé 3 fois et il est associé à seulement deux mots : réacteur et alliage. Les ramifications sont inexistantes.

Au cours de l'entretien réalisé en fin de stage, dans le chaînage direct, catalyse est prononcé seulement 3 fois comme mot clé principal. Il est associé à des mots relevant d'un seul domaine : opératoire. Le nombre de mots associés est peu important et les ramifications sont de courtes portées. Le mot catalyse est uniquement perçu comme un objet d'expériences. Ce chaînage est beaucoup plus restreint que lors de l'entretien de début.

Au contraire, le chaînage inverse est beaucoup plus riche qu'en début de stage (figure 2).

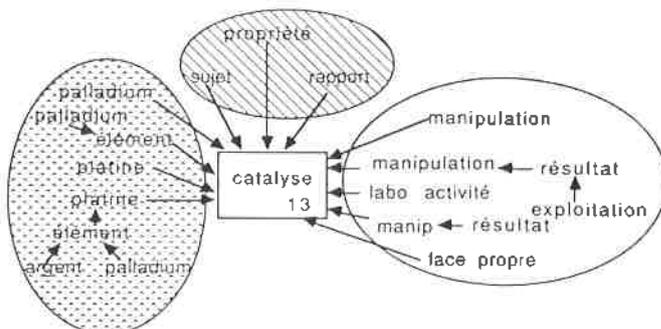


FIGURE 2.

Ce mot est prononcé 13 fois comme mot associé. Ce chaînage a une plus grande envergure que celle des chaînages de l'entretien de début, son arborescence est plus développée. Les trois domaines sont recouverts. Ainsi, dans le dernier entretien, le mot catalyse est essentiellement perçu *comme un aboutissement de démarches* et non pas comme une origine : il est la conséquence et non pas l'objet. Cette opposition entre chaînage direct et inverse se retrouve pour les autres mots clés principaux : hydrogénation et adsorption.

On peut conclure que, dans ce cas, le stage en laboratoire a permis une modification de la structuration des connaissances. En début, les connaissances sont comme dans un dictionnaire, le mot signifiant le concept est à l'origine des définitions. En fin de stage, le concept est inséré dans un réseau notionnel plus riche *ainsi que dans une pratique opératoire*. Son sens est considérablement enrichi.

Les questionnaires

Les réponses à ces questionnaires ont été analysées par catégories. Il ressort une différence entre les réponses des élèves pour des mots tels que catalyse ou force. Pour catalyse, une majorité de réponses est correcte avec cependant quelques erreurs. En revanche, dans le cas des mots force ou énergie, il n'apparaît pas de réseau conceptuel structuré associé à ces mots ; ils ne sont caractérisés ni par leurs dimensions, ni par leurs relations fonctionnelles avec d'autres concepts, ni par les principes. Il apparaît une indifférenciation de ces concepts. Du moins, leur champ d'application semble entrevu.

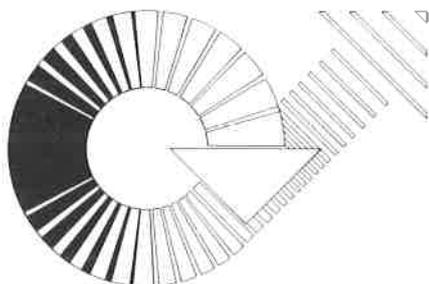
Une première conclusion serait que les concepts de base de la structure conceptuelle de la chimie ne sont pas maîtrisés dans le cadre d'un fonctionnement de la science, en particulier les principes et règles à la base de la théorie et l'articulation entre théorie et champ d'application.

CHIMIE FINE et INGÉNIERIE

I.N.S.A. de ROUEN

Directeur Pr Guy QUEGUINER

INSA de ROUEN - B.P. 08, 76131 Mont-Saint-Aignan Cedex - Tél. 35 14 63 82 (ou 64 82)



Ecotech[®]'89

LE SALON INTERNATIONAL DE LA TRANSFORMATION DES DÉCHETS, LE RECYCLAGE ET DE LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT

DU 23 AU 27 OCTOBRE

Tous les jours de 9.30 à 17.30 heures.
Jeudi 26 octobre de 9.30 à 21.00 heures.

**U JAARBEURS
UTRECHT/HOLLAND**

Foire Royale Néerlandaise,
Boîte Postale 8500, 3503 RM Utrecht, Pays-Bas.
Téléphone (30) - 955 911, Télex 47132 jaarb nl,
Téléfax (30) - 940 379.

VOTRE PROCHAIN RENDEZ-VOUS!

Réservez d'ores et déjà une ou plusieurs journées pour venir visiter le plus important salon européen du traitement des déchets et des techniques de l'environnement.

Plus de 350 exposants européens y présenteront les réalisations les plus marquantes dans ce domaine. Voici sous une forme resumée la nomenclature du Salon: Equipements, procédés et services pour le traitement des déchets de toute nature, leur purification et leur recyclage, techniques de recyclage et de récupération, équipements pour le stockage, le transport et la destruction des déchets.

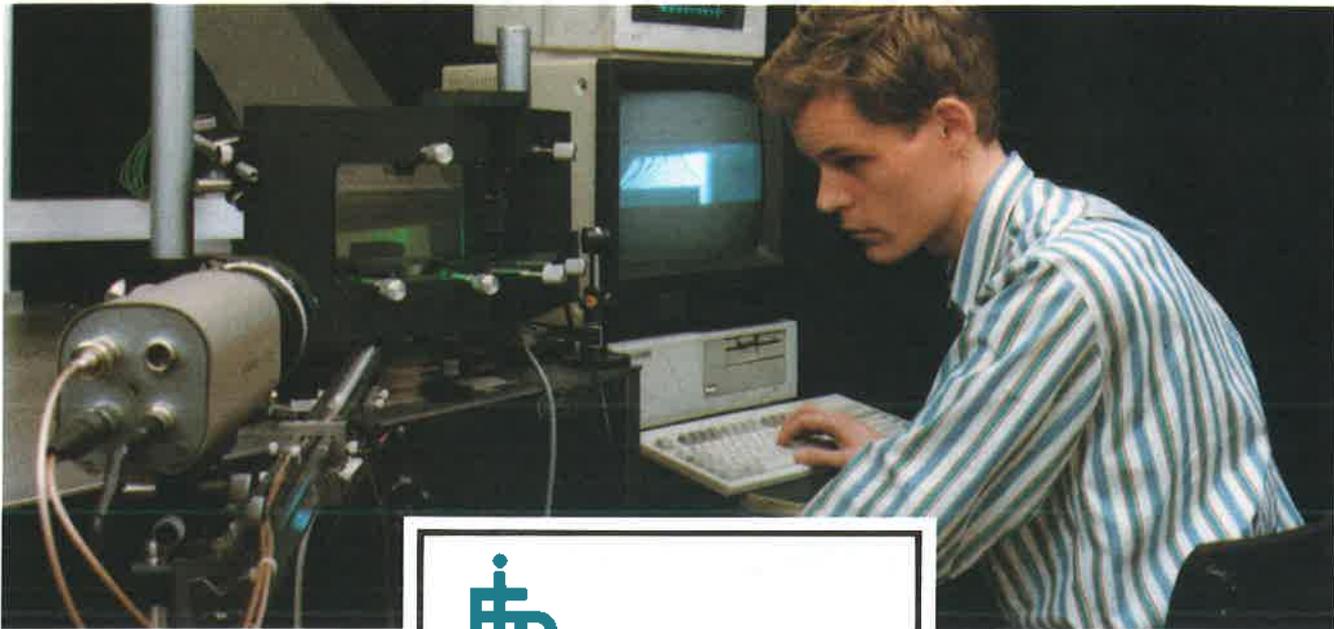
Quel que soit le mode de traitement que vous ayez adopté et quels que soient les problèmes que ce mode soulève chez vous, ECOTECH '89 vous apportera une solution, si spécifique soit-elle. Ne manquez pas ce Salon, car le prochain, n'aura lieu qu'en 1991.

Congrès International

Mercredi 25 octobre: Congrès International ayant pour thème 'Déchets chimiques'. Jeudi 26 octobre: Programme international dépollution et drainage de sols. (Traduction simultanée en anglais, français et allemand).

Cartes d'invitation gratuites et informations

Les cartes d'invitation gratuites sont disponibles bien avant l'ouverture du Salon. Consultez Mme B. Eikman pour tout renseignement et toute demande. Téléphone: 01-45 63 54 30.



UN CENTRE DE RECHERCHE ET DE DEVELOPPEMENT

De la recherche fondamentale à l'industrialisation, les travaux de l'IFP couvrent toutes les branches de l'industrie des hydrocarbures: exploration, forage, production, raffinage, pétrochimie, moteurs et utilisation rationnelle de l'énergie, matériaux et produits nouveaux, biotechnologie, etc.

UN CENTRE D'INFORMATION ET DE DOCUMENTATION

Par la collecte et la synthèse des informations disponibles, ce centre, ouvert à tous, assure l'information des milieux économiques et industriels.

L'Institut Français du Pétrole est un centre de Recherche, de Formation et d'Information, placé sous la tutelle du Ministère de l'Industrie et le contrôle du Ministère de l'Economie et des Finances.

L'IFP emploie environ 1 800 personnes, dont les deux tiers d'ingénieurs et de techniciens de toutes spécialités.

Ses moyens sont regroupés à Rueil-Malmaison et au Centre d'Etudes et de Développement Industriels de Solaize, près de Lyon.

UN CENTRE DE FORMATION

L'Ecole Nationale Supérieure du Pétrole et des Moteurs assure la spécialisation des cadres de l'industrie pétrolière. De plus, des sessions spécialisées de perfectionnement sont organisées pour la formation, en cours de carrière, des cadres et agents de maîtrise.

LE CŒUR D'UN GROUPE INDUSTRIEL

Les procédés, les technologies et le savoir-faire issus des travaux de l'IFP sont mis à la disposition de l'industrie par contrats ou cessions de licences, soit directement, soit par l'intermédiaire des filiales de l'IFP regroupées au sein du groupe ISIS.

LE CONTRAT DE QUALIFICATION, POUR MIEUX FORMER A VOS SPÉCIALITÉS.



Le contrat de qualification est la meilleure réponse aux besoins de l'entreprise en quête de jeunes formés à ses métiers spécifiques.

Il permet notamment de préparer à :

- une spécialisation
- de nouvelles qualifications.

Il est exonéré de charges patronales de sécurité sociale.

Les frais de formation peuvent être remboursés selon le cas jusqu'à hauteur de 75.000 francs.

L'AFPIC prend à sa charge :

- la gestion administrative
- le financement des frais de formation.

APPELEZ LE (1) 45 63 60 41

AFPIC CHIMIE
40 AVENUE HOCHÉ
75008 PARIS

Association Parisienne pour la Formation
Professionnelle dans l'Industrie Chimique
Un organisme de la Chambre Syndicale
des Industries Chimiques d'Ile-de-France.

Je désire sans engagement de ma part.

une documentation sur le contrat de qualification

la visite d'un conseiller en formation

Nom _____ Société _____

Fonction _____

Adresse _____

_____ Tél. _____



*Etre et Agir
au cœur de
la Santé*

ROUSSEL UCLAF
Chimie fine/Nutrition



E.N.S.I. CHIMIE TOULOUSE



Une École à vocation européenne

Nombreux échanges d'étudiants avec tous les pays de la C.E.E.

UNE MISSION : Former des ingénieurs chimistes de haut niveau

DES DOMAINES DE COMPÉTENCE :

Matériaux à Hautes Performances
Valorisation des Agroressources
Chimie des Procédés - Analyses Industrielles

UNE SPÉCIALISATION : en collaboration avec l'E.N.S.I.G.C.

Section Spéciale : « Génie et Chimie des Procédés » option « Chimie des Procédés »

DEUX FORMATIONS DOCTORALES :

D.E.A. Sciences des Matériaux
D.E.A. Traitement des Matières Premières Végétales

DES RECHERCHES :

reconnues au niveau fondamental et appliqué

Unité associée au CNRS

Equipes recommandées par la Délégation à la Recherche

Près de 100 contrats industriels en 87-88 : (R.P. - Orkem - Shell - Usinor Sacilor - L'Air Liquide, ...)

Période 87-88 : 146 publications, 145 communications, 27 brevets, 50 thèses.

118, route de Narbonne - 31077 Toulouse Cedex - Tél. : (33) 61 17 56 56 - Télécopie : 61 17 56 00 - Télex : 521 880 F

INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE TOULOUSE



L'ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'INGÉNIEURS DE GÉNIE CHIMIQUE A POUR MISSIONS

FORMER des **INGÉNIEURS** qui **CONÇOIVENT**, **FONT RÉALISER** et **EXPLOITENT** les **INSTALLATIONS INDUSTRIELLES** de **TRANSFORMATION** de la **MATIÈRE**.

SPÉCIALISER en **GÉNIE CHIMIQUE** des Ingénieurs déjà diplômés.

FORMER à et par la **RECHERCHE** des Ingénieurs et des diplômés qualifiés.

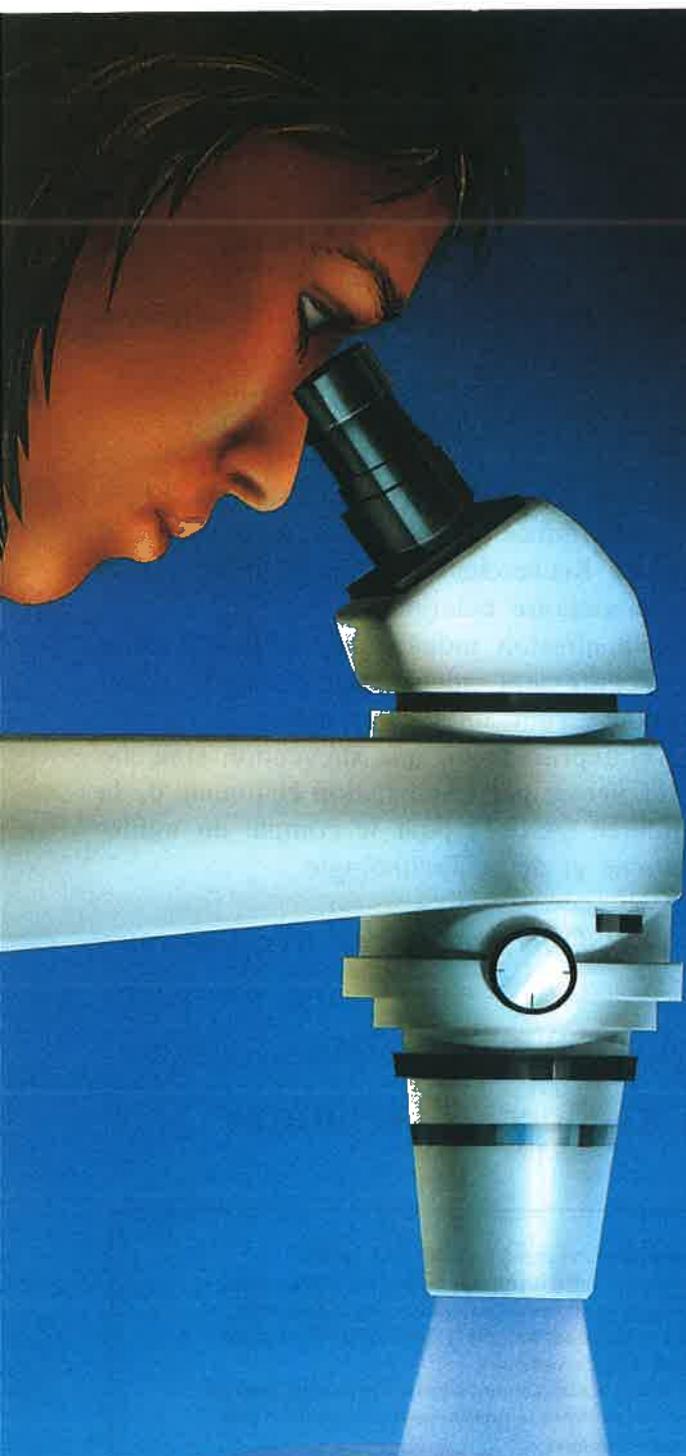
ASSURER la **FORMATION PERMANENTE** des cadres de l'industrie.

CONTRIBUER au développement des **Sciences** et **Techniques** dans le domaine du **Génie Chimique** et dans les disciplines nécessaires à la **RÉALISATION** de **PROJETS** de **DÉVELOPPEMENT** et à la **MAITRISE** de l'**ÉNERGIE**.

PARTICIPER à l'**INNOVATION TECHNOLOGIQUE** et au **TRANSFERT** des **CONNAISSANCES** vers le monde industriel.

COOPÉRER avec les **Pays industrialisés** et les **Pays en voie de développement**.

Chemin de la Loge - 31078 TOULOUSE CEDEX - Téléphone : 61 52 92 41 - Télex 530171-211 - Télécopie : 61 55 38 61



UN RENDEZ-VOUS
PROFESSIONNEL

Du 4 au 8 Décembre 1989

PARIS-NORD VILLEPINTE

LE MONDE DE DEMAIN SE PREPARE AU SALON DU LABORATOIRE

Venez découvrir, comparer, analyser
tout ce qui bouge au cœur de votre
métier : physique, chimie, biologie,
instrumentation, équipements et réactifs
de laboratoire.

500 exposants du monde entier vous
attendent dans le parc d'expositions
le plus moderne d'Europe.

Réclamez votre invitation.



Salon du Laboratoire

10, avenue Hoche - 75382 Paris Cedex 08 - Tél. : (1) 45 63 31 68

LA COMPETITIVITE PASSE PAR LA RECHERCHE

Une entreprise, un jeune diplômé, un laboratoire

C I F R E

CONVENTION INDUSTRIELLE DE
FORMATION PAR LA RECHERCHE

*Pour une vraie stratégie
d'entreprise*

Objectif : réaliser un projet industriel

L'entreprise embauche un jeune diplômé (Bac + 5) sur un contrat à durée indéterminée ou déterminée de 3 ans et lui confie un travail de Recherche/Développement en liaison directe avec un laboratoire extérieur.

Parallèlement à sa mission industrielle, le jeune cadre bénéficie d'un encadrement scientifique de haut niveau jusqu'à la soutenance d'une thèse de doctorat.

Pendant 3 ans, l'entreprise reçoit une subvention annuelle de 84 420 Frs HT versée par l'Association Nationale de la Recherche Technique (ANRT) pour le compte du ministère de la Recherche et de la Technologie.

Trois partenaires : trois gagnants

Renseignements : ANRT, service CIFRE - 101, av. Raymond Poincaré - 75116 PARIS- tél. 45.01.72.27

Association Nationale de la Recherche Technique

SILEC

Notre entreprise en pleine mutation est engagée dans un Plan de Qualité Totale et embauche régulièrement des

jeunes ingénieurs diplômés

Au sein de l'ensemble industriel SAGEM-SAT-SILEC (18.000 personnes, 9 milliards de francs de CA), nos activités sont centrées dans le domaine des câbles électriques isolés (où nous sommes le **leader mondial** jusqu'à 500 kV) et dans celui des câbles à fibres optiques.

Dans notre principal établissement situé à Montereau, près de Fontainebleau, nous offrons la possibilité d'évoluer dans une Entreprise à **taille humaine**.

Notre développement continu repose sur une **politique** :

- **active d'innovation** grâce à d'importants moyens de recherche et développement,
- **dynamique d'investissements** adaptés aux besoins du Marché,
- **de présence commerciale** (17 agences en France, 25 représentants à l'Etranger).



Pour tous renseignements n'hésitez pas à nous contacter en téléphonant à Monsieur de Jourdan S^{ie} SILEC, 64 bis, rue de Monceau 75008 PARIS. Téléphone : (1) 45 63 14 33

Questions de l'auditoire

F. MOLLEYRE, ENSIC Nancy

Ce qui m'inquiète un peu, c'est la position des deux derniers conférenciers concernant le problème de la thèse, j'aimerais savoir si, en ce qui concerne les industriels français, c'est l'opinion concernant la thèse des DRH ou si c'est l'opinion des directions générales qui est importante.

Il y a une deuxième observation que je voudrais faire, je l'ai déjà faite à de nombreux DRH, c'est d'éviter à tout prix les cabinets de recrutement pour recruter les élèves de nos écoles. C'est une catastrophe et c'est un écœurement pour les étudiants, pour les ingénieurs sortants, de voir les questions qui sont posées aux étudiants qui n'ont strictement rien à voir avec le but recherché de l'industriel, je vous encourage vivement à suspendre totalement l'utilisation de gens qui sont des « psy » et des « psy » incompetents !

A. JACOT, Roussel Uclaf

Je voudrais juste répondre partiellement à la question qui vient d'être posée et faire une remarque sur l'exposé concerné fort intéressant. Ce qui me gêne un peu, c'est que vos interlocuteurs sont surtout des responsables des relations humaines qui, sur bien des plans, n'ont strictement aucun rôle en particulier au moment du recrutement. En conséquence de quoi, quand ils disent pour la thèse « on prend plutôt des gens des écoles parce qu'ils sont plus battants », c'est-à-dire fonctionnels, nous, les opérationnels que nous sommes, nous disons exactement le contraire. On prend des thésards précisément parce qu'ils ont eu le courage de se lancer dans une thèse et précisément parce qu'ils ont ainsi montré qu'ils sont des battants.

A. COULOMBEAU, Michelin

Deux commentaires :

1) J'ai écrit à Monsieur Jaymond pour lui donner un certain nombre d'informations. Je ne sais pas si la réponse Michelin figurait dans les 14 réponses reçues. Contrairement à certains de nos collègues industriels qui sont ici, notre position chez Michelin est de recruter en grande partie des docteurs. Nous avons besoin de gens formés par la recherche non seulement pour aller dans les laboratoires, c'est tout à fait clair, mais aussi pour aller dans les autres secteurs d'activités de l'entre-



A. JACOT



A. COULOMBEAU

prise grâce à la formation qu'apporte la recherche, non seulement, bien sûr, sur un sujet technique précis, mais aussi sur la méthodologie, la rigueur de travail, la façon d'aborder les problèmes.

Nous n'embauchons pas que des docteurs. Je vais vous donner un chiffre, l'année dernière, nous avons embauché 127 cadres, toutes catégories confondues dont 12 docteurs, donc à-peu-près 10 %. Nous sommes prêts à embaucher davantage de docteurs et notamment dans le secteur de la chimie, c'est la voie privilégiée de l'embauche pour l'activité chimique de Michelin.

2) Deuxième commentaire à propos de la formation humaine. Je voudrais corriger ce qu'a dit Monsieur Jaymond, pour ce qui nous concerne, bien sûr. Lors des entretiens d'embauche, c'est effectivement aux qualités humaines individuelles de la personne qui pose candidature à laquelle nous faisons attention. Mais loin de nous l'idée de dire que, dans les écoles de chimie entre autres, les écoles scientifiques en général, les professeurs ne s'intéressent pas à cela, cela nous ne le savons pas, mais nous ne privilégions pas les écoles scientifiques de ce côté-là et nous avons exactement la même démarche vis-à-vis des écoles de commerce et de gestion.



Exposés des rapporteurs

F. LOOS
secrétaire général de la Direction scientifique
Rhône-Poulenc



La première matinée a porté sur les perspectives ouvertes sur la chimie et nous avons entendu des exposés à la fois d'industriels et de praticiens de l'enseignement de la chimie. Je crois qu'il y a deux grandes orientations qui se dégagent de cette matinée, l'avenir de la chimie doit plutôt se situer dans l'optimisation de la production que dans le gigantisme industriel. Ce qui revient à dire que l'avenir ne sera pas dans la construction d'usines de plus en plus grandes et de plus en plus sophistiquées, mais plutôt dans l'optimisation des processus. En même temps, cette optimisation de la production nécessitera une interaction plus importante entre la chimie et ce qui l'entoure, à la fois sur le plan scientifique avec des biologistes, le génie chimique, l'électronique, mais également avec le management, le marketing, etc.

Deuxième point important : tout va se jouer autour de l'image de marque ! C'est-à-dire que, comme le disait M. Fillet à la fin de son exposé, il faudra, pour que les lendemains de la chimie soient des lendemains qui chantent, que la chimie prouve qu'elle peut être belle et utile. Pour cela, nous avons noté dans les exposés des intervenants un certain nombre de conditions de réussite et je voudrais d'abord citer la première : c'est que tout le monde s'est un peu plaint de ce que, en France, on néglige les travaux d'application et que ces matières qui sont extrêmement importantes comme la formulation, la galénique soient insuffisamment appréciées ou insuffisamment retenues du fait que chez nous on préfère le fondamental.

D'autre part, et M. Tchuruk l'a parfaitement fait remarquer, il faut savoir donner aux ingénieurs le goût de l'initiative. C'est-à-dire que l'on ne pouvait pas espérer gérer des choses aussi compliquées que la chimie, aussi introduites dans tous les processus industriels, si on ne le faisait pas avec un management participatif et si l'on ne développait pas chez l'ingénieur chimiste le goût de l'initiative, le goût du développement et le goût des responsabilités.

Pour cela, une autre clé de l'avenir, c'est l'aisance de la communication. L'industrie chimique doit probablement apprendre encore à bien utiliser les médias. L'ingénieur doit posséder les facultés d'expression mais, comme beaucoup de gens l'ont dit, s'il ne les avait pas, il ne deviendrait pas ingénieur. Cela dit, le développement du sens de la communication, du management participatif doit être au centre des préoccupations de tous les enseignements et de l'industrie chimique dans son ensemble ; les ingénieurs, les écoles, tous doivent construire une image positive de la chimie. C'est une entreprise de longue haleine. Un effort tout particulier doit être fait envers les élèves du secondaire. Nous avons tous

remarqué que l'image de la chimie auprès des taupins n'était pas bonne et qu'il y avait des progrès à faire en exposant aux élèves l'intérêt qu'ils ont à faire de la chimie.

Par ailleurs, les intervenants ont surtout rappelé, et tous ont insisté sur le fait, qu'il fallait très bien savoir faire son premier métier, qu'il faut que l'ingénieur soit extrêmement adaptable, qu'il sache prendre des initiatives, qu'il accepte la mobilité géographique, intellectuelle, qu'il soit ouvert à d'autres milieux culturels. Une équipe de travaux dans la chimie pharmaceutique, c'est très souvent un vétérinaire + un toxicologue + un médecin + un chimiste, autrement dit des formations et des cultures totalement différentes qui doivent travailler ensemble étroitement.

Il nous a semblé que quelques conditions étaient à mettre en avant pour la réussite de cette évolution :

— Il faut savoir enseigner l'essentiel.

— Il faut rendre les carrières attrayantes parce qu'après tout, ce qui attire, c'est aussi l'image de la profession, les carrières et les salaires, la reconnaissance attendue.

M. Lavalou ainsi que M. Monnerie ont particulièrement insisté sur ce sujet. Il faut ajouter que même si l'on enseigne l'essentiel, même si on rend les carrières attrayantes, il est clair qu'il faut bien connaître la chimie, mais que ça ne suffira jamais pour être profitable aux entreprises dont le but numéroté est de gagner de l'argent, comme l'a répété M. Tchuruk en conclusion. Pour ma part, je voudrais soulever deux domaines sur lesquels je pense que la réflexion a été engagée, mais qu'elle n'est pas suffisamment avancée. Je crois qu'il faut d'abord parler de l'assouplissement, de la diversification, des relations écoles-organismes, écoles-industries. Cela fait partie des tartes à la crème que l'on évoque à toutes les réunions de ce genre. Cela dit, on n'est pas au bout de toutes les initiatives qu'il faut prendre dans ce domaine, initiatives décentralisées, initiatives originales ; il ne faudrait pas vouloir trouver un seul moule commun, mais il faut trouver beaucoup d'exemples intéressants et la réflexion est probablement à poursuivre dans ce domaine.

Deuxième domaine, nous avons entendu un exposé très intéressant sur le travail qu'a fait M. Quivoron recensant le nombre d'ingénieurs chimistes qui sont formés en France chaque année, le nombre de Bac + 2 qui sont formés chaque année et le nombre de thésards qui sont formés et recrutés. Le problème est de savoir sur quelle évolution cette structure d'embauche nous paraît souhaitable.

Faut-il former plus de thésards, faut-il prolonger les études d'ingénieurs d'une quatrième année d'école, etc. ?



J. STREITH
professeur, ENSCMu

Compte tenu des desiderata exprimés par les industriels et par les universitaires durant la première demi-journée du colloque, nous formulons quatre propositions : deux relatives à la pédagogie, et deux propositions concernant la diffusion de l'image de marque de la chimie auprès du grand public.

1. Le modèle de l'ESPCI de Paris

Nous suggérons la généralisation à l'ensemble des ENSI de chimie du modèle d'enseignement pratiqué à l'École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielle de la Ville de Paris. Ce modèle, qui a été clairement formulé par le professeur Quivoron, directeur de ladite école d'ingénieurs, peut s'intituler « apprendre à apprendre ». Il consiste à faire assimiler les points forts d'une discipline — les « noyaux durs » — à un groupe de 3-4 élèves par un enseignant chercheur qui joue le rôle de précepteur. D'où la dénomination « préceptorat » pour ce type d'enseignement. Ayant assimilé les concepts de base et les raisonnements de fond d'une discipline déterminée, l'étudiant sera en mesure de s'initier lui-même à d'autres disciplines, étant entendu que dans le domaine de la chimie, l'expérience revêtira toujours un rôle fondamental.

2. Le modèle de l'EHICS

L'École européenne des Hautes études des Industries Chimiques de Strasbourg enseigne les disciplines chimiques dans trois langues : français, anglais et allemand. Nous suggérons que les autres ENSI de chimie suivent cet exemple en introduisant des enseignements de chimie en *langue anglaise* et, le cas échéant, dans une seconde langue étrangère (espagnol, portugais, allemand, italien...). L'École Nationale Supérieure

de Chimie de Mulhouse a introduit dans le cursus de ses études de première et de deuxième année des périodes bloquées d'anglais conversationnel ainsi que 2 à 3 cours de chimie en anglais. La direction de cette école songe à introduire également des cours de chimie en langue allemande.

3. La chimie à la télévision

Une des chaînes de la télévision allemande diffuse les dimanches matins une série intitulée Telekolleg dont une partie est consacrée à la chimie. Ces enseignements du Telekolleg Chemie sont essentiellement réalisés au moyen d'expériences fort intéressantes et qui retiennent l'attention. Compte tenu de la remarquable qualité pédagogique de ces émissions — qui sont du niveau des classes de terminales de nos lycées et de la première année DEUG A —, nous suggérons leur adaptation (traduction) au profit d'un public francophone.

4. Diffusion de l'image de marque par la presse écrite

Une partie de notre presse écrite à diffusion nationale pourrait s'inspirer des pages d'un quotidien zurichois qui consacre, dans ses éditions du mercredi, plusieurs pages aux sciences et aux techniques. Ses articles relatifs à la chimie sont fréquemment illustrés par des formules chimiques, voire par des diagrammes de rayons X. C'est ainsi qu'une page entière avait été consacrée en son temps aux travaux des trois savants qui se partageaient le Prix Nobel de chimie en 1987. Cette page comportait les formules de la valinomycine (qu'il convenait de visionner au moyen d'un stéréoscope !), d'éther couronnes et de cryptates en représentations perspectives. L'honnête homme serait-il mieux formé aux sciences exactes dans les « gymnasien » suisses que dans les lycées français ?



W. DELLSPERGER
Elf Aquitaine Deutschland GmbH

J'ai le redoutable plaisir de venir au rapport pour la deuxième session de hier après-midi qui avait trait à la formation des cadres de l'industrie chimique en Europe et aux diplômés Européens. Evidemment, tout rapport suppose une petite dose d'inévitable subjectivité. En introduction, je rappellerai également qu'en ce qui concerne la formation des cadres de

l'industrie chimique en Europe, il y a peut être une légère distorsion pour les présentations concernant la RFA et le Royaume-Uni dans la mesure où le gros du contingent des cadres de l'industrie chimique en Allemagne, ce sont des « Chemicher ». De la même façon, en Angleterre, il y a le « chemical engineer » mais, pour avoir eu le plaisir pendant

2 ans de faire partie de l'Imperial College, je peux dire qu'en dehors du « Department of Chemical Engineering » and « Chemical Technology » il y a également un « Department of Chemistry » et je me suis toujours demandé où finissaient les gens qui sortent du « Department of Chemistry ».

Je voudrais commencer par deux constats. D'une part ça bouge en Europe. Nous en avons eu la preuve hier par le fait que les questions que nous nous posions en France, nos amis hollandais se les posaient. De la même façon, au Royaume-Uni, un changement de la formation des cadres chimistes est également en cours.

On peut se poser la question : pourquoi ne s'est-on pas livré à une réflexion européenne ? En tout état de cause, je recommanderais que l'on suive de près les résultats des expériences hollandaise et anglaise.

Second constat qui est beaucoup plus attristant, c'est la désaffection des jeunes pour la chimie. Cependant, la journée d'hier a ouvert un espoir venant d'Italie dans la mesure où on a pu constater un renouveau d'intérêt des jeunes en Italie suite à des démarches effectuées par un certain nombre de professeurs dans les écoles. Il faut espérer qu'à terme, des actions entreprises en France, comme les « Olympiades nationales de la chimie » initialement lancées par Elf Aquitaine, porteront leurs fruits.

Essayons de rappeler des faits, de donner des tendances, d'en déduire des recommandations et, occasionnellement, de présenter quelques remarques intéressantes.

En ce qui concerne le contenu de l'enseignement, c'est un fait que, peut-être à l'exception de l'Italie dont on a vu que la formation est concentrée sur la chimie et le génie chimique, il est incontestable qu'au Royaume-Uni, en RFA et en Hollande, les tendances qui se sont dessinées ont effectivement en vue le métier technique d'abord. On a assisté, ces dernières années, à un élagage des programmes pour enlever tout ce qui paraît superflu. Une réflexion est également à noter sur la place des technologies que je qualifierai de montantes, en particulier à la frontière entre la biochimie et la chimie, entre les matériaux et la chimie. Les recommandations au vu de l'expérience des autres pays européens sont donc d'enseigner la chimie et la chimie avant toute chose en n'oubliant pas le génie chimique. Dans la mesure où l'enseignement préalable antérieur a été défaillant en matière de langue, il est absolument indispensable que les écoles fassent un effort en matière d'enseignement des langues. Un autre terme a été utilisé, pour ce qui est des disciplines annexes. C'est le problème de la « sensibilisation ». La durée des études jusqu'au diplôme, le problème de thèse ou de non-thèse constituent un réel problème pour l'Europe. On peut citer deux cas extrêmes : la RFA où la durée est perçue comme excessive et où la thèse est quasiment indispensable. A l'autre extrémité, le Royaume-Uni qui possède le cycle le plus court.

En matière de thèse, il y a une énorme disparité en Europe. Nos recommandations sont en faveur de la thèse. On dit très souvent en France : nous avons en moyenne 12 % de thésards dans nos effectifs ; cette proportion semble trop faible.

Il y a le problème libéralisme, centralisme. En RFA, nous avons un libéralisme, chaque université peut enseigner à sa guise avec un minimum de noyaux durs. Ce libéralisme a des inconvénients. Ça a été très bien décrit hier. La recommandation qui peut être faite est celle qui concerne la durée et le problème ; en fait, c'est la durée maximale d'un cursus universitaire.

Un autre aspect est la formation : par qui ? Faut-il une voie unique ou des voies multiples ? Deux exemples : la RFA et le Royaume-Uni, il nous a été dit que traditionnellement les seuls habilités à délivrer les diplômes c'est l'université. Mais là aussi on nous a fait état d'une ouverture vers les instituts polytechniques. La tendance est, vers les filières multiples et les recommandations pour la France seraient donc « gardons les voies parallèles, les grandes écoles et les universités et gardons la diversité des écoles ».

On parle beaucoup de pratique industrielle, je dirai que cette pratique me paraît à l'examen plutôt forcée. Forcée, car les étudiants sont bien obligés de gagner leur vie et, d'autre part, vous avez également un système qui concerne les jeunes étudiants rémunérés en travaillant pour leur thèse, voir même un collègue thésard des générations plus âgées. Je signale une innovation qui m'a paru intéressante pour le Royaume-Uni : la formation « sandwich », ce qui n'est pas nouveau, mais il y a aussi la formation « hamburger » qui est une tranche industrielle entre deux tranches d'université et j'ai trouvé hier que les anglais avaient réinventé le « mille-feuilles » parce que cette version consiste à avoir 6 mois de formation à l'université suivie de 6 mois dans l'industrie et ceci pendant 4 années de suite. On regrette la diminution des travaux pratiques représentatifs de la pratique industrielle dans les écoles. Mais il ne s'agit pas non plus d'investir massivement en équipements analytiques coûteux pour faire quelques déterminations occasionnelles au cours d'une année. Les recommandations sont plutôt des stages formateurs dans l'industrie. Ces stages dans l'industrie montrant qu'en dehors des travaux nobles ou considérés comme nobles, il y a beaucoup de travaux utiles qui sont la formulation, le design, etc. Et il y a l'accent qu'il faut mettre sur les stages à l'étranger. Les opportunités à ne pas manquer notamment l'Europe. Il serait malheureux de considérer que la diversité des approches en Europe soit un obstacle. Au contraire elle devrait être une chance, un atout. L'idéal serait une coordination serrée du contenu de l'enseignement en Europe. Il n'y a pas que les Etats-Unis et le Japon, il y a également, et à côté de nous en Europe, un certain nombre de pays où il est intéressant de travailler en formation et en stage. La recommandation est de favoriser la mobilité pendant la formation en commençant par un détail qui serait de favoriser la participation aux jeunes thésards des séminaires internationaux.

Favoriser la mobilité, comment ?

Là encore n'attendons pas les accords cadres bilatéraux, multinationaux ou européens mais le mot d'ordre serait : cherchez entre vous, entre écoles françaises et européennes, et trouvez-vous. Trouvez-vous veut dire faites le bon choix et profitez des opportunités offertes par certaines entreprises ou certains groupes pour ce qui est des séjours à l'étranger, thèses, VSN scientifique et VSN d'entreprise, postdoc. Quand je parle de certaines entreprises françaises, je pense à la mienne, Elf Aquitaine, qui fait beaucoup dans ce sens.

Pour finir, ce qui m'a beaucoup surpris à l'occasion de ces deux journées, c'est qu'en général, pour les chimistes, le mot molécule arrive pratiquement dans le premier quart d'heure de conversation. Comme il n'est pas encore arrivé aujourd'hui, c'est moi qui vais prendre l'initiative de vous parler de la molécule de base du cadre de l'industrie chimique et, au lieu de parler du noyau dur, je dirais qu'il faudrait qu'il y ait un atome dur qui soit de la chimie française, agrémenté de quelques hétéro-atomes qui pourraient être les langues et un certain nombre de disciplines annexes complémentaires ainsi qu'un hétéro-atome de sensibilisation réagissant facilement, un hétéro-atome international.



J.-C. BERNIER
directeur de l'École Européenne des Hautes Etudes
des Industries Chimiques de Strasbourg

Je voudrais tout d'abord présenter une excuse. N'ayant pas eu le recul d'une nuit qui porte conseil comme chacun sait, nous aurons à présenter un rapport qui sera beaucoup plus informé et il n'aura que le mérite de la spontanéité. Nous avons relevé ce matin un certain nombre de questions et un certain nombre de solutions proposées. Nous avons pris l'option, M. Charles et moi, de vous présenter un rapport en 3 parties : fabrication du produit, relation fournisseur-clientèle et puis le grand débat que présentera un non-universitaire, thèse ou pas thèse.

Je commencerai par vous parler de la matière première à partir de laquelle nous fabriquons notre produit ingénieur chimiste. Il est apparu ce matin une méfiance très marquée vis-à-vis du recrutement actuel « Math Sup », avec un certain nombre de critiques quant à la quantité, à la qualité et une critique vis-à-vis des sciences expérimentales (pas assez de chimie, pas assez de physique et un peu trop de mathématiques). Il est apparu également ce que notre collègue Bonnet a appelé la tyrannie du cerveau gauche, c'est-à-dire la tyrannie du Bac C et de cette formation actuelle du secondaire où le parcours d'obstacles commence vraiment trop tôt avec pas assez de réflexion et pas assez de goût pour le pragmatisme et l'expérimentation. Le tout assorti de cette interrogation : que deviennent les Bac D ? Est-ce que les gens ne mériteraient pas de venir dans nos écoles, surtout à la lumière des statistiques présentées par MM. Bonnet et Collongues et qui révèlent que les Bac D ne réussissent pas si mal dans nos écoles et donc, que faut-il faire pour eux ?

Quelques solutions parmi plusieurs qui ont été évoquées. Elargir le recrutement, c'est-à-dire qu'on peut au niveau de l'entrée dans nos écoles continuer à puiser largement dans les maîtrises, dans les DUT, peut-être même à l'étranger, pour renforcer le noyau dur qui nous vient des classes préparatoires.

Faut-il ou ne faut-il pas ouvrir une nouvelle filière dans les classes préparatoires ? La question reste entière. Il semblerait qu'un aménagement des programmes des classes préparatoires existantes, en particulier P et P', serait plus souhaitable et poserait moins de problèmes. Ouvrir une option « Sciences expérimentales » dans les P et P' avec moins de mathématiques théoriques et un peu plus de chimie et de physique permettrait peut-être de satisfaire toutes les ENSC et aussi les ENS de physique.

Vient se greffer là-dessus une question : comment enseigner mieux et enseigner plus de chimie ? Ceci est finalement l'image de la chimie auprès des jeunes. Il faut donc montrer en amont des classes préparatoires, c'est-à-dire en terminale, première, seconde et même avant, que la chimie est une science à la fois expérimentale et déductive.

Voilà pour les matières premières, j'aborde maintenant la fabrication proprement dite, c'est-à-dire la formation. Un certain nombre de constats et un certain nombre de défauts ont été trouvés dans notre système : le manque de connaissances expérimentales, le manque de culture de base, des défauts de communication pas seulement en langue étrangère mais aussi en français, en rédaction, en façon de se présenter, en façon de vendre ou d'exposer un sujet, de communiquer

ou de vulgariser ses connaissances. Un danger peut aussi atteindre un certain nombre d'établissements comme les nôtres, c'est la tendance à vivre en vase clos, à faire de l'auto-satisfaction ou du narcissisme.

Il y a également les problèmes auxquels nous serons confrontés dans ces 10 prochaines années : l'augmentation progressive du nombre d'ingénieurs pour l'industrie chimique en Europe. Peut-on continuer à parler de l'Europe ? C'est bien de parler de l'Europe, mais peut-être faut-il la faire et peut-être au lieu d'organiser des colloques parlant de l'Europe, essayons de la préparer tranquillement chez nous. Les nouvelles sciences en « ique », c'est-à-dire l'informatique, la robotique, la productique, comment les introduire dans l'enseignement ? L'évolution du génie des procédés qui effectivement doit progressivement atteindre de nouveaux secteurs jusqu'ici inaccessibles : la micro-électronique en particulier, l'informatique. Et enfin des problèmes réels : les formations Bac + 4 et la formation continue.

Nous n'avons pas réussi à répertorier toutes les solutions, mais la diversification des recrutements est capable de mélanger des populations d'origines différentes et d'apporter des compléments chez nos élèves. Si nous sommes contents de nos formations, acceptons l'évaluation et acceptons également les critiques constructives pour mieux les organiser et mieux les adapter. Vivre non pas en vase clos, mais en collaboration et en accord avec l'université, principalement pour la recherche. Introduire et organiser l'alternance sous des formes diverses à condition de la contrôler de façon soignée pour qu'elle entre en symbiose avec notre enseignement actuel. Enfin démystifier les sciences en « ique », démystifier l'informatique, savoir la pratiquer et c'est en la pratiquant qu'on s'aperçoit que ce n'est pas une science inabordable mais que cela doit être considéré comme un outil pour notre métier fondamental, c'est-à-dire celui de chimiste. Enfin, rétablir le concept de la logique expérimentale, c'est-à-dire tenir bon sur les travaux pratiques, tenir bon sur la science chimique à la paillasse qui est la base de la connaissance et qui est la base de la logique déductive. Et enfin, combler le vide, mais cela c'est peut-être plus un problème d'industriel et de convention collective, combler le vide de la progression de carrière entre le technicien supérieur et le cadre sous peine de voir un mécontentement ou une explosion s'installer dans nos industries.

Alors, enfin, le troisième volet, avant que M. Charles vous parle de la thèse, les relations client-fournisseur, évidemment les relations entre les entreprises et nos écoles.

On nous a dit « ça baigne », mais, finalement, en grattant un peu, on s'aperçoit qu'il y a des petits grincements. Les problèmes : participation insuffisante des entreprises à l'enseignement dans nos écoles. Egalement, un passage des enseignants vers l'entreprise, c'est-à-dire la connaissance exacte du milieu industriel de la part de nos enseignants d'origine universitaire. Enfin, un problème qui peut nous intéresser, surtout si l'on pratique des échanges européens dans le cadre COMETT par exemple. Le problème des stagiaires étrangers et de la compréhension de ces stagiaires au sein de l'entreprise. La taxe d'apprentissage qui a plutôt tendance à diminuer

et, enfin, la politique de recrutement de l'entreprise, critique en particulier par rapport aux usages des cabinets de recrutement et non pas essais de recrutement direct.

Les actions et les solutions qui peuvent être proposées : essayer d'aller un peu plus loin que le stage industriel (dont la plupart des intervenants ont souligné le bon fonctionnement) et intégrer le stage industriel parmi les thèmes des microprojets ou les thèmes des microthèses, donc en liaison avec l'industrie. Ensuite, étudier les sujets de stages par une collaboration enseignant-industriel qui permettra d'avoir une meilleure efficacité du travail de stage en entreprise et qui fera plus connaître les enseignants de l'école et non seulement le directeur ou le directeur des études ou le délégué aux stages, à l'entreprise. Enfin, une participation plus active des industriels dans nos conseils, conseil scientifique ou conseil d'ad-

ministration et cela, c'est le rôle du directeur à condition que le directeur arrive à en faire des conseils attractifs où on ne parle pas seulement du plan comptable, GFC, de fonction X et de fonction E.

Améliorer le contact direct avec les étudiants, c'est-à-dire faire participer un peu plus les entreprises aux forums ou aux journées ou demi-journées de rencontre avec les 3^e années ou avec les gens de l'entreprise pour faire connaître l'entreprise et la structure de l'entreprise auprès des jeunes étudiants. Ceci n'est évidemment pas absent d'une certaine stratégie de l'entreprise vis-à-vis de son recrutement.

Rechercher les moyens pour sauvegarder et pour orienter un peu mieux la taxe d'apprentissage vers les écoles d'ingénieurs techniques, je ne dirai pas au détriment de nos collègues commerciaux, mais, dans le fond, c'est cela.

R. CHARLES

directeur des recherches, Orkem, Paris-la-Défense 2



En abordant ce grand débat, thèse ou pas thèse, j'ai conscience que je prends le risque de dépasser le temps qui m'est imparti et je ne sais pas combien il m'en reste. C'est pour cela qu'on a fait un seul transparent pour essayer de rester concis. On a écouté des exposés, en particulier celui de notre ami suisse, où on encensait la formation par la recherche en préparant une thèse. On a entendu aussi un exposé de M. Jaymond s'appuyant sur une enquête, pour laquelle les responsables de la direction des ressources humaines (DRH) avaient été vraisemblablement les seuls consultés, et d'où il ressortait qu'embaucher des ingénieurs sans thèse était aussi un objectif de l'entreprise.

Alors pour le DRH, pas de thèse, mais le directeur de la recherche et développement que je suis souhaiterait avoir aussi des gens avec une thèse formés à la recherche. Quel est le besoin de l'entreprise ? On a essayé de le résumer très succinctement. En fait, l'entreprise pour survivre a un besoin constant de perfectionner ses produits, ses procédés, pour être compétitive et conquérir de nouveaux marchés. Elle a besoin aussi de savoir gérer au mieux ses ressources humaines.

Ce que nous souhaiterions, c'est que la carrière des cadres techniques de l'entreprise débute par un passage à la recherche. Entendons la « recherche » au sens large, parce qu'il faut associer tous les départements techniques comme ceux s'occupant de faire évoluer la technologie et les procédés dans lequel des ingénieurs de génie de procédés font aussi une recherche constante et efficace. Tous les cadres devraient passer par cette recherche, même ceux qui doivent atteindre les sommets de la hiérarchie. On a vu que ceci pouvait s'illustrer par ce qui se passe en Suisse. On pourrait dire aussi que nous souhaiterions que l'esprit de recherche habite tout ingénieur de l'entreprise, quel qu'il soit. Que ce soit un manager, un chercheur, un commerçant, mais aussi les contrôleurs de gestion, ces bêtes noires pour les chercheurs.

Alors si tout le monde souhaite cela, pourquoi ne pas commencer par une thèse ? Finalement ce serait la bonne formule pour que tous les cadres soient habités, au moins au début, par cette esprit de recherche. Et puis quand on regarde les chiffres suivants : en Suisse et en RFA, c'est plus de 90 % des ingénieurs qui ont le titre de docteur. En France, c'est de l'ordre de 25 %. A travers ces 2 chiffres ne trouve-t-on pas la clé de la réussite des entreprises chimiques étrangères ?



ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DE CHIMIE DE LILLE

Une École formatrice d'Ingénieurs pour la Chimie

— Une école formatrice d'ingénieurs pour la chimie, la parachimie et la métallurgie débouchant sur des carrières attractives, variées, bien rémunérées.

— Une école délivrant un enseignement permettant aux élèves de prendre en compte tous les aspects d'une unité industrielle, procédés, choix des matériaux, process, sans négliger les contraintes économiques et humaines. Les points forts en sont la chimie industrielle (catalyse, polymères, formulation, électrochimie), le génie chimique, les matériaux-métallurgie, et les stages industriels.

— Une école ouverte sur l'étranger

- enseignement intensif d'Anglais et d'Allemand, optionnel de Japonais,

- possibilité (40 % de la promotion devant obtenir son diplôme en 1990) de passer la totalité de la 3^e année dans une université de langue anglaise (préparation d'un Master of Science) ou de langue allemande.

- accueil de nombreux étudiants étrangers venant des universités « partenaires ».

— Une école possédant des laboratoires de recherche de haut niveau, liés à l'industrie où les élèves peuvent s'initier à la recherche (DEA en 3^e année) ou compléter leur formation par la recherche (thèses) dans les principaux domaines de la chimie et de la métallurgie.

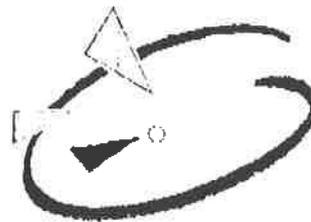
— Une école bien implantée dans sa région.

Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Lille

B.P. 108 - 59652 Villeneuve d'Ascq Cedex

Tél. 20 43 41 24

Télécopie : 20 47 05 99



ITECH
Institut Textile et Chimique de Lyon

FORMATION D'INGÉNIEURS EN TROIS ANS

4 OPTIONS :

- chimie de formulation
- matériaux plastiques
- textile
- cuir

RECRUTEMENT :

- sur concours spécial (math. spé. M, M', P, P', T, TA)
- sur titre (DEUG, DUT, BTS)

Débouchés assurés.

Stages et emplois européens dans notre réseau d'entreprises.

ITECH-Lyon

181-203, av. Jean-Jaurès

BP 7034 - 69342 LYON CX 7

Tél. : 78 72 28 31

Fax : 78 61 03 33

GRACE Rexolin

**La chimie des cyanures
est notre spécialité**



**un service personnalisé
du laboratoire à la production
industrielle**

Vous recherchez des intermédiaires de synthèse basés sur l'**acide cyanhydrique** ? **GRACE-Rexolin** peut vous aider ! Quelle que soit la nature de votre projet, qu'il s'agisse d'une application pharmaceutique ou phytosanitaire, nous pouvons vous apporter le service que vous attendez !

Avec plus de 25 ans d'expérience dans la chimie des cyanures et avec l'assistance de **GRACE**, le plus grand fabricant mondial de spécialités chimiques, la société **REXOLIN** est idéalement placée pour concrétiser vos projets, de la démarche initiale jusqu'au produit final.

Si les nitriles, cyanhydrines, aminonitriles et hydantoïnes sont quelques exemples de groupes de produits qui peuvent être synthétisés à partir de l'**acide cyanhydrique**, les produits immédiatement disponibles sont les suivants :

- sulfate d'amino acétonitrile,
- diméthylamino acétonitrile,
- diéthylamino acétonitrile,
- sarcosinate de sodium,
- mandélonitrile,
- diméthylhydantoïne,
- cyanoacétate d'éthyle.

Faites-nous partager vos projets, contactez-nous !



Agent général pour la France :

UNIPEX

30, rue du Fort - BP 150
92504 RUEIL-MALMAISON CEDEX
Tél. (1) 47.32.92.93 - Télex 204 578
Télécopie (1) 47.49.02.35

E.N.S.C.R.

Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Rennes
Avenue du Général Leclerc, 35700 RENNES. Tél. 99 36 29 95
Directeur : René Dabard

Etablissement public sous tutelle du Ministère de l'Education Nationale, de la Jeunesse et des Sports, créé en 1919, habilité par la commission des titres d'ingénieurs en 1948.

MISSION : Former des ingénieurs chimistes ayant suivi un enseignement polyvalent, aptes à exercer dans l'industrie chimique et parachimique en recherche, en développement et en production.

DURÉE DES ÉTUDES : Trois ans dont huit mois de stages obligatoires répartis sur trois périodes.

ADMISSIONS : Sur concours (1^{re} Année : concours ENSI Chimie Nord et concours particulier DEUG) et sur titres (1^{re} Année : DUT - 2^e Année : Maîtrise de Chimie, PST).

SPÉCIALISATION EN TROISIÈME ANNÉE :

- 1 - Génie des Procédés appliqués à l'Environnement et à l'Agroalimentaire.
- 2 - Méthodologies de Synthèse de Molécules à haute Valeur ajoutée et leurs Utilisations.
- 3 - Diplôme d'Etudes Approfondies de Chimie.

Les laboratoires de recherche accueillent des étudiants (ingénieurs diplômés ou maîtres ès sciences) désireux de préparer un DEA, option Chimie et Productions Industrielles, ou une thèse dans le cadre général suivant : « Chimie des transformations et des procédés appliqués à la chimie fine, à la valorisation de produits naturels et aux problèmes d'environnement ».



ESICA

ECOLE SUPERIEURE DES INDUSTRIES DU CAOUTCHOUC

... L'Ecole des Spécialistes de la Technologie des Elastomères ...

*Si vous êtes titulaire d'un
ou d'une*

**DIPLOME D'INGENIEUR
MAITRISE ES SCIENCES**

L'ESICA vous permettra de compléter votre formation antérieure
et de vous assurer ainsi un emploi dans cette Industrie.

Allocations d'études.

Renseignements et Inscriptions auprès du Secrétariat de l'ESICA

60, rue Auber
94408 VITRY-sur-SEINE CEDEX
Tél. (1)46.71.91.22

focus on the essentials



The Gmelin Handbook is the indispensable compendium and reference work in inorganic chemistry and related sciences. It provides a comprehensive, critically evaluated review of experimental and theoretical data of all chemical elements and their compounds, including organometallic compounds. Gmelin now consists of more than 580 volumes. Since 1982 all volumes have been published in English.

N.B.: The **Gmelin Formula Index (GFI)** Database is accessible online through STN International (since 1987). Subscribers to the printed Gmelin Handbook will receive a 50 % discount when they search the file on STN.



sb. 8843/SF

For further information, Complete Catalog, Alphabetical Reference Chart, GFI, please write to:

Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York London Paris Tokyo Hong Kong

Dept. New Media / Handbooks · Tiergartenstraße 17 · D-6900 Heidelberg 1



escom

- chimie organique, chimie inorganique,
- méthodes d'analyse et de séparation,
- formulation, génie chimique en collaboration avec l'UTC (Compiègne)

EN 3^e ANNÉE, POSSIBILITÉ DE DEA OU MASTER OF SCIENCE AUX USA

UN CONTACT PERMANENT AVEC L'INDUSTRIE'

Avec

- sa **FORMATION AUX SCIENCES DE L'INGÉNIEUR** faisant appel à des professionnels,
 - ses **STAGES** dans l'industrie,
 - la **PRÉPARATION DE THÈSES DE DOCTORAT**,
 - de **NOMBREUX CONTRATS DE RECHERCHE**,
 - sa **FORMATION CONTINUE** « à la carte ».
- la relation avec l'industrie est une activité importante de l'école.

L'ESCOM et 10 autres écoles de la FESIC organisent

LE CHALLENGE DE L'AVENIR

Aidez-nous à réaliser le premier relais cyclopédestre français cadres-ingénieurs. (Relais FESIC, ESCOM. Tél. : 42 22 98 88).

* FESIC : Fédération des Écoles Supérieures d'ingénieurs et de cadres des Instituts Catholiques

BP CHEMICALS : LA REUSSITE NE TIENT QU'A UNE GOUTTE.

Numéro 1 mondial de l'acrylonitrile
Numéro 1 européen de l'acide acétique et de dérivés acétyles
Leader européen du polyéthylène

A y regarder de près, comment s'étonner de la santé de l'industrie chimique ? Industrie leader en Europe et industrie internationale par excellence, elle intègre production, commerce et services à l'échelle mondiale.

A y regarder de près, comment s'étonner de la réussite de BP Chemicals ? Pôle pétrochimique de BP en France avec le Centre de Recherche-Développement et le complexe industriel de Lavéra (Bouches-du-Rhône). Concepteur et réalisateur du procédé original phase gaz en lit fluidisé. Inventeur du premier procédé moderne de fabrication de polyéthylène, pour lequel il est le leader en Europe.

A y regarder de près, comment s'étonner que BP Chemicals recherche les meilleurs ingénieurs généralistes, ingénieurs de recherche, spécialistes en génie chimique, mais aussi cadres commerciaux et technico-commerciaux.

BP CHEMICALS - Tour Neptune - Cedex 20
92086 PARIS LA DEFENSE 1.

BP CHEMICALS

MEILLEUR ENTREPRISES

Discussions avec l'auditoire

G. MONTEL,
conseiller à la Direction générale
Enseignement Supérieur et Recherche,
ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et des Sports



Je souhaiterais faire quelques remarques générales. Je crois que les travaux que nous avons conduits, les réflexions que nous avons pu tenir et ce que nous allons dire encore cet après-midi reflètent la qualité et le haut niveau de l'assemblée qui est constituée, et qui est remarquable par sa diversité.

Nous trouvons en effet, ici, rassemblés des directeurs d'écoles, des professeurs d'enseignement supérieur, quelques professeurs du second degré, un représentant des professeurs de spéciales et des chefs d'entreprises. Cette assemblée a été mise en place par des organisateurs, la Société de Chimie Industrielle, laquelle se trouve associée la Société Française de Chimie, l'Union des Industries Chimiques. Il y a donc là, et c'est important de le souligner, une mobilisation de l'ensemble des meilleurs acteurs du progrès de notre chimie.

Je crois que nous sommes parvenus à une étape importante des travaux qui sont conduits déjà depuis plusieurs décennies, mais souvent de façon un peu trop partielle, ce qui se traduit parfois par quelques malentendus ou quelques divergences de point de vue dont nous avons pu avoir quelques échos.

M. Pénigault disait tout à l'heure que ces réunions seraient encore plus profitables si nous associions davantage à nos réflexions nos collègues, professeurs de spéciales, nos collègues du second degré et peut être également certains professeurs de collèges.

Il faut savoir que l'image de la chimie ne se fait pas seulement par les médias mais également dans les établissements du second degré. Nous avons l'expérience des contacts entre les différents acteurs et nous savons combien ils sont fructueux.

Mais à ces réflexions que nous conduisons ensemble, je crois qu'il faut que nous ajoutions obligatoirement des actions à conduire ensemble.

Bien évidemment, chacun de nous conservera sa vocation. Il appartient aux formateurs de former, mais il n'est pas interdit que les entreprises participent à la formation et nous le souhaitons vivement.

Le métier des enseignants est effectivement d'enseigner, mais il ne leur est pas interdit de participer à la vie économique et de projeter vers les secteurs de production un certain nombre de résultats qui viennent de leur recherche, indépendamment de ce qu'ils produisent en tant qu'élèves bien formés. Il y a là aussi un partenariat à développer.

Bref, ensemble je crois que nous pouvons faire beaucoup de choses et je souligne de nouveau tout l'intérêt que nous avons à nous retrouver à ce niveau et, dans certains cas, peut-être à des niveaux moins élevés où l'on travaillera plus dans le détail, et que nous continuions à travailler pour faire progresser et encore mieux cerner notre stratégie.

Nous avons eu l'occasion d'entendre ces dernières semaines des réflexions sur la contribution des entreprises et sur celle de la fonction publique à la prospérité du pays : je crois que nous démontrons ici que la compétitivité des entreprises s'appuie sur la compétitivité des établissements d'enseignement et que la compétitivité des établissements d'enseignement s'appuie sur la compétitivité des entreprises : c'est ensemble, en travaillant ensemble, que nous assurerons la compétitivité de notre pays dans le concert international.



C. DAMBRINE
délégué général,
Association Nationale de la Recherche Technique

Je voudrais d'abord présenter les excuses de Gérard Worms. Il avait promis d'être parmi nous et une force majeure l'en a empêché.

Quelques remarques : l'ANRT gère les conventions CIFRE, donc elle est très active en matière de formation par la recherche. Je n'ai pas la prétention de vouloir vous passer les diapositives correspondantes, cependant ces conventions portent sur 2 000 sujets de thèse puisque nous avons fêté en décembre 1988 la 2 000^e CIFRE, sous la présidence de Monsieur Curien. Ces conventions constituent une assez bonne **photographie de l'ensemble de la recherche industrielle en France** et je remarquerai que la force de la chimie réside dans le fait qu'elle a de bons chimistes. C'est un théorème de base et la conclusion immédiate qu'on peut en tirer, c'est qu'il faut veiller à la formation de tous les chimistes. Vous y avez consacré ces deux journées.

La technologie est très largement un produit multidisciplinaire dans lequel il y a presque toujours la chimie. On peut le décliner et, en préparant cet exposé, j'ai pris un ouvrage dans ma bibliothèque intitulé « La haute intégration en électronique ». Ce n'est pas parce que Marc Dupuis est là, mais quand j'ai regardé les dernières pages, tout ce qui tourne autour des procédés, vu à l'horizon des années qui viennent, introduit une part de nécessité chimique fondamentale. Je crois qu'il faut bien se rappeler que toutes vos réflexions sur ce qui se fait dans les écoles d'applications, c'est-à-dire

les formations complémentaires après une formation de base en chimie me paraissent importantes.

Je voudrais rappeler également, et ça ne touche que ce travail de spécialisation qui permet de manier technologie et disciplines différentes, qu'il y a à votre disposition un outil très peu utilisé sauf par quelques grands groupes comme Elf Aquitaine : les VSNA. Pour une somme comprise entre 70 et 150 000 francs, vous pouvez envoyer à peu près partout de par le monde, vous industriels, un jeune pendant 16 mois, faire son acculturation à l'étranger, son acculturation à la langue, à un milieu et à un carnet d'adresses.

A son retour, si vous l'avez bien choisi et si vous l'avez bien suivi, vous aurez là quelqu'un de fort utile. On sait par ailleurs que peu de dirigeants ont été formés par la technique ou par la recherche.

Deuxième question, celle du cheminement :

Dans votre métier, la formation par la recherche est-elle une nécessité de base pour un bon recrutement ?

Est-ce aussi un moule de formation irradiant dans l'entreprise ?

Nous espérons que dans les dix années qui viennent les gens embauchés en recherche ne resteront pas tous en recherche et qu'ils diffuseront dans tous les postes de l'entreprise, production, marketing, etc. Et ceci est le vœu de l'ANRT.

A. DUBOIS-SALMON

professeur au lycée Janson-de-Sailly, Paris,
secrétaire de l'Union des Professeurs de Spéciales



Qu'il soit bien clair qu'il n'est pas dans mon propos de relancer une polémique qui n'a pas de raison d'exister. Je voudrais cependant faire remarquer, contrairement à ce qu'on vient de laisser entendre, que les professeurs de spéciales sont tout à fait conscients de la nécessité d'adapter de façon permanente leur enseignement aux besoins du pays. En témoignent d'ailleurs les constants remaniements dans nos programmes ; et, à cet égard, qu'il me soit permis de déplorer que, dans les commissions mixtes chargées d'élaborer ces programmes, il y ait de la part de certaines écoles de chimie — peut-être d'ailleurs les plus critiques vis-à-vis de nos classes ! — un absentéisme par trop important. Mais ces programmes une fois élaborés, il est évident que notre rôle est de les appliquer — quels qu'ils soient — et il me paraît surprenant que certains jugent leur contenu inadéquat quand ils n'ont pas daigné participer à leur élaboration !

Mais le propos n'est pas là. Dans son intervention de ce matin, Monsieur Bonnet a regretté le poids excessif des mathématiques et, d'une façon plus générale, de l'abstraction dans l'enseignement en classes préparatoires. Cela, à mon sens, doit être nuancé. Il ne faut pas oublier en effet que, voici environ 15 ans, ont été créées les filières P et P' où les sciences physiques étaient prépondérantes devant les mathématiques. Au sein même des sciences physiques, la place de la chimie était loin d'être négligeable et je rappellerai qu'à l'époque, nous avons tenu à ce qu'il y ait un bon équilibre entre l'enseignement magistral et les travaux pratiques, entre la théorie donc, et la pratique. Il ne tient qu'aux écoles de chimie que cet équilibre se maintienne dans les faits : d'ailleurs, nous déplorons beaucoup, quant à nous, l'absence d'une épreuve de travaux pratiques aux concours d'entrée dans les écoles de chimie, alors qu'au cours de l'année, nos élèves suivent assidûment cinq heures de travaux pratiques hebdomadaires. N'y a-t-il pas là un paradoxe auquel les écoles elles-mêmes pourraient remédier ?

Cela dit, je pense qu'il est dans l'intérêt de tous que le plus grand nombre d'étudiants de qualité s'orientent vers les carrières de la chimie. Par des voies différentes selon leurs aptitudes et leurs goûts. La voie de l'université, à vocation plus expérimentale, me paraît effectivement très intéressante, comme l'a souligné Monsieur Bonnet ce matin, et, dans l'état actuel des choses, peut-être s'adresse-t-elle effectivement davantage aux bacheliers issus des terminales D. La voie par nos classes, plus théorique sans doute, me paraît tout aussi nécessaire, et en tout cas tout aussi bénéfique si, tous ensemble, nous continuons à y promouvoir l'équilibre entre la théorie et la pratique. A cet égard, d'ailleurs, si je suis de ceux qui souhaitent voir diminuer la part relative des mathématiques, je voudrais clairement dire que ceci ne doit pas être fait de façon partisane et incohérente : d'une part, certaines parties des mathématiques sont indispensables à la progression en chimie, elles sont, d'autre part, également formatrices au même titre que l'étaient autrefois le thème grec ou la version latine.

En résumé, complémentaires l'une de l'autre, les deux voies de recrutement dans les écoles de chimie, par l'université et par nos classes, ont leur raison d'être : il est dans l'intérêt de

la chimie de les développer l'une et l'autre en respectant leur spécificité*.

Et puisque la parole m'est accordée, il est deux autres problèmes que je voudrais soulever.

Le premier concerne très généralement l'enseignement de la chimie. On a beaucoup parlé de Bac + 2, Bac + 4, Bac + 5. Je voudrais, quant à moi, parler de Bac - 6, voire même en deçà. Il est en effet extrêmement dommageable à l'image de marque de la chimie que celle-ci fasse son apparition trop tardivement dans l'enseignement secondaire. D'une façon plus précise, je pense qu'il serait plus bénéfique d'initier beaucoup plus tôt nos enfants à la chimie : ceci peut-être même dès l'école primaire, sous une forme très simple, comme on le faisait autrefois sous la forme des leçons de choses. Puis dès la sixième, sous une forme qui resterait essentiellement expérimentale, essentiellement qualitative, avec, peut-être, de temps à autre, une touche quantitative.

Cette initiation beaucoup plus précoce dégagerait sans doute quelques vocations et, surtout, défricherait un terrain dès la sixième au lieu de la faire comme aujourd'hui seulement en seconde ! Je pense qu'une telle façon de procéder permettrait par ailleurs l'abrogation de ce qui constitue un écueil très grave pour la formation des scientifiques : je veux parler de la banalisation des classes de seconde. Pour des raisons de démocratisation, on a, à juste titre, élargi le recrutement dans les lycées ; c'était une très bonne chose, mais il est clair que le niveau scientifique souhaité en aval exigeait un maintien de classes de seconde différenciées : par le biais d'une filière unique, il est évident qu'on ne peut pas avoir à la fois la quantité et la qualité. Une initiation plus précoce, un léger début de spécialisation en seconde par le biais de filières différenciées, voilà deux réformes qui pourraient permettre de récupérer au niveau du baccalauréat des étudiants aux connaissances à la fois plus étendues et mieux équilibrées.

Car réfléchissons un peu : cette suprématie de l'abstraction que beaucoup déplorent n'est-elle pas due en partie à cette longue marche que, depuis l'école primaire, nos enfants ont

* A l'heure où sont publiées ces lignes, il est d'ailleurs envisagé, dans le cadre de la Conférence des grandes écoles, la création, en classes de Mathématiques Spéciales, d'une filière à dominante « chimie ». Il est clair que la création de cette filière devrait permettre un élargissement du recrutement des élèves des classes préparatoires, en particulier vers les bacheliers moins portés vers l'abstraction. Beaucoup de problèmes se posent : la nécessité d'un bagage mathématique solide, mais mieux adapté aux sciences physiques, le rééquilibrage des différentes disciplines, la réduction globale des horaires, leur répartition judicieuse entre la théorie et la pratique etc. Beaucoup de questions donc à suivre, importantes pour l'avenir de la chimie : l'Union des Professeurs de Spéciales serait très heureuse d'élaborer des réponses en coopération notamment avec les écoles de chimie. En pratique, la création d'une telle filière, si elle devait être effective, ne pourrait pas raisonnablement s'envisager avant la rentrée de 1994. Mais une évidence s'impose : la chimie ne sera gagnante dans cette opération que si des élèves de haut niveau s'orientent vers cette filière — condition liée bien sûr à l'ampleur et à la qualité des débouchés qui leur seront offerts.

effectuée sur le chemin des mathématiques ? Ne peut-on pas rééquilibrer les choses en faveur des sciences physiques ?

Il est un dernier point enfin que je voudrais aborder.

Nous avons beaucoup parlé de la formation des thésards, des ingénieurs, des cadres de l'industrie. Ceci est évidemment très important et il est essentiel que cette formation continue dans l'avenir d'être assurée avec le même label de qualité. Cela sera-t-il possible dans un pays où, pour de trop nombreuses raisons, se manifeste de plus en plus une désaffection pour le métier d'enseignant ? Pour ma part, recevant environ chaque année quatre-vingts taupins, qui étaient quatre-vingts bons bacheliers, je suis très inquiet de voir que pratiquement aucun ne se dirige vers l'enseignement. Pour ceux d'entre eux qui entrent dans les Ecoles Normales, c'est pour l'immense majorité avec la ferme intention de faire ultérieurement carrière dans le privé ou les grands corps de l'Etat. A qui donc,

à plus ou moins court terme, sera confiée dans ces conditions, la tâche de former les élèves qui doivent devenir de futurs thésards, puis de futurs ingénieurs ?

Nous avons vu ici des industriels très dynamiques qui veulent pour demain des cadres qui soient énergiques, qui soient bien formés : il faut que le pays se donne la possibilité de le faire.

Hier, Monsieur l'adjoint au maire de Mulhouse nous a rappelé qu'il y a un peu plus de cent cinquante ans, Mulhouse avait donné une grande leçon au pays en associant, dans la création de cette école, l'industrie et l'université. Alors, à Mulhouse aujourd'hui, dans ce colloque, je souhaiterais qu'il soit dit nettement que les chimistes, qu'ils soient chercheurs, enseignants, industriels, sont sensibles à ce grave problème de la relève et voudraient que toutes les dispositions soient prises pour le résoudre.



E. PÉNIGAULT
directeur des études ENSCMu

Je vous présenterai un très rapide bilan qui concerne les 80 questionnaires qui ont été dépouillés après la séance de ce matin.

Si j'excepte 5 d'entre eux qui donnent une image peu flatteuse de l'organisation de notre colloque, je dirais que la moitié des autres a jugé l'organisation bonne et l'autre moitié excellente. En ce qui concerne le contenu du colloque, les 2/3 l'ont jugé bon et le tiers restant excellent.

Concernant la publication des actes du colloque, c'est à l'unanimité moins une voix que cette publication est demandée, si possible rapidement et dans une revue à grande diffusion. Vous souhaitez que non seulement les exposés soient publiés, mais aussi les questions-réponses et les commentaires. Je pense interpréter le vœu de la salle en demandant qu'on y joigne également les conclusions et suggestions qui viennent de vous être présentées par les rapporteurs. On demande également qu'une présentation synthétique des diverses formations en Europe soit jointe à ces exposés et que l'on fasse apparaître, de la façon la plus claire possible, quels sont les problèmes actuellement en voie de résolution, quels sont les problèmes qui restent à résoudre et quelles sont les conclusions, propositions et recommandations. Je pense que, par avance, les rapporteurs ont répondu à cette attente. Autre souhait formulé, les participants désirent être informés du devenir des propositions qui ont été faites et qui seront transmises aux ministères de tutelle. Ils souhaitent que cette information se fasse par le même vecteur médiatique que celui retenu pour la publication des actes du colloque. Il est souhaité également que ces conclusions parviennent à tous les

décideurs, au sens large, qu'il s'agisse des décideurs industriels ou des hauts fonctionnaires ministériels.

En ce qui concerne les critiques, je laisserai de côté les considérations matérielles qui mettent l'accent sur l'inconfort de nos chaises, l'absence de croissants à la pause café, etc., pour revenir sur une appréciation quasi unanime concernant le temps de discussion jugé notoirement insuffisant. Parmi les regrets, beaucoup concernent l'absence d'un représentant du ministre de l'Education nationale et la non-programmation d'un exposé confié à un professeur de Spéciales. On a regretté également l'absence d'un porte-parole des petites et moyennes entreprises. On a déploré aussi que les moyens de formation n'aient pas été discutés, qu'il s'agisse des équipements, mais aussi du mode de renouvellement du corps professoral et de la baisse des effectifs du personnel technique, très sensible dans certains grands établissements. Enfin, on a constaté, pour le regretter, que certains conférenciers, compte tenu de leurs charges, n'aient pu rester en permanence à la disposition des participants et qu'ainsi les discussions hors séance s'en soient trouvées réduites.

Je terminerai par les suggestions. Il a été formulé le vœu de voir les discussions du colloque se poursuivre de manière plus approfondie sur des thèmes plus étroits. Les discussions à venir devraient réunir les industriels, les directeurs d'écoles, mais aussi les enseignants de « taupe » et du secondaire. Les thèmes essentiels à aborder pourraient être les stages en entreprise, la formation par la recherche, la formation continue et, enfin, les programmes d'enseignement dans les classes préparatoires.

M. BOILEAU, ingénieur général des Poudres (C.R.)

Vous avez demandé que l'on fasse des propositions d'actions, en voilà une. En Allemagne et aux États-Unis, il y a des livres qui sont remarquables pour l'éducation et l'enseignement, notamment en chimie. En France, il y a eu un exemple, c'est toute l'action de Mme Rinaudo et de toute son équipe sur le plan des polymères, y compris un livre qui donne des exercices de travaux pratiques, alors je pense que ce serait utile d'avoir de façon générale de tels livres dans les diverses parties de la chimie.

G. MONTEL, conseiller à la Direction générale, Enseignement Supérieur et Recherche, ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et des Sports.

Vous avez tout à fait raison, je crois qu'il est intéressant de souligner à cet égard que l'enseignement de la chimie est une préoccupation de longue date et qu'il existe notamment à la Société Française de Chimie une division Enseignement de la chimie, qui est représentée ici par Mme Blanchard et par moi-même, et où nous nous préoccupons effectivement de favoriser la publication d'un certain nombre d'ouvrages. Il existe certainement, dans ce domaine, une lacune qui a un certain nombre de causes que nous avons déjà évoquées mais qu'il convient de combler.

M. DUPUIS, université de Paris VI

Il y a quelques instants a été évoquée la situation à Bac - 6. Il faudrait évoquer la situation à Bac - 12. Il a malheureusement été trop peu question des États-Unis et du Japon qui sont quand même deux grandes puissances technologiques, mais je crois que le programme était si serré qu'il était difficile de les insérer. Mais je voudrais faire, d'ailleurs en connexion avec ce que vient de déclarer M. Boileau, juste une allusion à une institution qui existe au Japon depuis des années. Il y a un grand groupe de presse privé qui s'appelle Gakken fondé par un instituteur qui a créé un journal dit évolutif, le journal pour les enfants de 12^e, de 11^e, ainsi de suite sur les 6 années d'école primaire et qui s'appelle « les sciences de 12^e », « sciences de 11^e, 10^e, 9^e », etc. Le journal a cette caractéristique d'être associé à ce qu'on appelle en anglais des « kit », c'est-à-dire des boîtes qui contiennent des montages, des expériences, des machines. Alors ce qui est merveilleux, c'est peut-être propre au Japon, c'est que les professeurs ont réussi à convaincre les parents que s'ils ne s'abonnaient pas à cela, les enfants n'avaient pas de chance de parvenir un jour dans une grande université. Résultat : il y a 9 millions d'enfants japonais dans les écoles primaires et il y en a 5 millions qui sont abonnés à ce système. La maison n'utilise pas le service postal, elle a son système de distribution et elle emploie 10000 professeurs des lycées pour concevoir sans arrêt de nouvelles expériences. Alors je crois que ceci contribue à donner aux Japonais le sens de l'expérimentation, une habileté expérimentale, une aptitude à l'expérience de routine et je crois que c'est un système sur lequel nous pourrions réfléchir parce que je ne voudrais pas qu'on en conclût pour autant qu'on puisse apporter en France tout ce qui se fait au Japon.



M. SOUSTELLE



M. DUPUIS

M. SOUSTELLE, professeur, Ecole des Mines, Saint Etienne

Je suis professeur à l'Ecole des Mines, c'est-à-dire contrairement à la plupart d'entre vous, placé dans un milieu très hostile à la chimie. Il est très difficile, je vous assure, de défendre la chimie dans un milieu pareil dirigé par le corps des mines et s'adressant à des élèves qui ont raté Polytechnique, puisque c'est leur caractéristique essentielle. Je suis arrivé à me poser une question en regardant le choix des élèves sur une vingtaine d'années concernant les options qu'ils doivent choisir en 2^e année. Parmi ces options, ils ont une option génie des procédés et puis à côté de ça, il y a des options très diverses qui vont de la gestion à l'informatique etc. J'ai constaté que les élèves avaient tendance à se diriger vers des matières dont ils n'avaient jamais entendu parler. C'est-à-dire qu'il y avait un goût de ces jeunes gens vis-à-vis de la nouveauté et une sorte de dégoût vis-à-vis de ce qu'ils avaient déjà vu. Alors je me suis posé la question et j'en ai discuté avec mes collègues informaticiens qui ont le sentiment d'avoir mangé leur pain blanc. C'est-à-dire qu'ils avaient eu jusqu'à présent des élèves qui ne connaissaient rien de l'informatique et il va arriver maintenant des élèves qui ont déjà fait de l'informatique. Je peux vous dire que l'on sent que l'engouement pour l'informatique baisse. Ma question est la suivante : j'ai entendu beaucoup d'affirmations qui vont dans le sens de commencer la chimie très jeune, j'ai entendu aussi que, dans tous les pays européens, on se posait la question de la motivation pour la chimie malgré les expériences de différentes formes, visant à donner l'idée de la chimie très jeune et je me demande si finalement la question ne serait pas d'interdire d'enseigner la chimie jusqu'à et y compris les classes préparatoires, si on veut faire de vrais chimistes.

J.-P. PARENTEAU, UIC

Je voudrais faire quelques commentaires très rapides sur les propositions qui ont été faites tout à l'heure. Tout au début on a parlé des grandes orientations à venir de la chimie et

des conséquences en ce qui concerne la formation. Je crois qu'il faut être assez prudent. Bien sûr, on a indiqué une des voies principales, l'importance du génie chimique. C'est vrai, mais il ne faut pas oublier qu'on aura toujours des besoins, notamment dans des entreprises qui font de la chimie très fine, en chimie organique par exemple, de chimistes très classiques qui seront de très bons organiciens et pour lesquels le génie chimique n'est pas fondamental. Je le signale, j'ai eu récemment des contacts de ce côté-là et, simplement, ne soyons pas trop catégoriques, dans la chimie ce sera ça. Bien sûr, il y a des tendances fondamentales mais il y aura aussi d'autres choses. Point plus important, tout à l'heure on a eu des propositions très précises en matière de communication, d'action sur les médias et plus particulièrement sur la télévision. Il faut faire très attention dans ce domaine, on ne part pas de zéro, on a une expérience déjà assez importante pour tenter d'améliorer l'image de la chimie en agissant sur les médias. C'est un domaine extrêmement complexe, et en ce qui concerne la télévision en particulier, agir sur le grand public, ça coûte des fortunes et il faut recommencer tous les 15 jours. Alors il faut le savoir, les producteurs de détergents le savent par exemple, je crois cette suggestion assez irréaliste. En tout cas, il ne faut le faire qu'après concertation très suivie avec des gens qui ont déjà une expérience dans ce domaine. Attention à ces propositions-là.

Tout à l'heure on a parlé de la formation du noyau dur et de quelques satellites et en particulier des sensibilisations dans certains domaines. Bien sûr il faut faire des sensibilisations et parmi elles, il ne faut pas oublier sécurité, protection de l'environnement. On a tout à fait raison de critiquer la façon dont les médias en général abordent ces problèmes. Mais ces problèmes existent. Il y a une réalité derrière et il est indispensable qu'il y ait une certaine sensibilisation dans le cursus scolaire.

En matière de taxe d'apprentissage, c'est un problème qui nous tracasse beaucoup, l'UIC a conduit une action et continue à le faire auprès des entreprises. Elle se heurte parfois à un certain individualisme français, mais c'est un problème que je considère comme tout à fait fondamental, y compris au plan plus général et politique. Actuellement, par exemple, il y a des discussions qui ont lieu au CNPF pour éviter justement, sur le plan général, qu'il y ait des dérives de la législation sur la taxe d'apprentissage qui seraient préjudiciables pour tout le monde. Bien sûr, nous sommes ouverts à toutes les suggestions qui pourraient être faites pour améliorer le système. Ce n'est pas facile, mais nous considérons que c'est important.

Dernier point, on a suggéré qu'un certain nombre de points abordés dans ce colloque donnent lieu à des discussions, à des approfondissements dans d'autres enceintes. Nous sommes bien décidés à l'UIC à approfondir un certain nombre de points dans notre commission « Recherche, Enseignement Supérieur ». C'est le cas de la formation par la recherche et d'un certain nombre d'autres domaines. Je peux vous assurer que ce colloque nous aidera beaucoup à approfondir ces points.

J. METZGER

C'est un point de détail qui concerne les recommandations que M. Streith a présentées tout à l'heure. Je me permets d'attirer l'attention sur le danger que représente l'enseignement par un natif dans une langue qui n'est pas la sienne. J'ai fait une expérience personnelle d'enseigner en anglais, j'ai rapidement renoncé parce que mon anglais n'était pas celui qu'il fallait et j'avais l'impression de déformer mes élèves plus que de les former. Il y a un danger. Je ne suis pas angliciste, c'est peut-être la raison, mais il faut être conscient de ce danger.

J.B. DONNET

Sur ce point précis, je voudrais utiliser le privilège que j'ai, peut-être abusivement d'ailleurs, d'être à cette table pour dire

un mot sur l'intervention tout à fait justifiée de M. Metzger. Je pense qu'il ne faut se permettre de présenter un cours dans une langue étrangère que si la maîtrise de la langue est tout à fait suffisante et la maîtrise n'est pas nécessairement une sémantique ou une langue grammaticalement parfaite, mais c'est tout de même l'art des nuances et la possibilité de faire passer tous les concepts que l'on a à faire passer dans un cours. Je crois que les efforts effectués à Mulhouse, où Jacques Streith fait des cours en langue étrangère sont valables, car il maîtrise parfaitement l'allemand et l'anglais, mais il y a certainement parmi nous un certain nombre d'enseignants qui ne se permettraient pas de présenter leurs cours dans d'autres langues. Disons que, dans une école où normalement le corps enseignant doit avoir un bon tiers de ses membres qui sont au moins bilingues, sinon trilingues, on devrait tout de même trouver un certain nombre d'enseignants ayant une maîtrise suffisante pour pouvoir présenter leurs cours. Mais il y a là une garantie certainement à avoir et je ne peux qu'être d'accord avec M. Metzger. Nous voyons bien cela lorsque nous présentons nos conférences sur des sujets de recherches que l'on maîtrise d'autant mieux qu'on y a passé plusieurs années, la difficulté reste. Donc là, je ne peux qu'être d'accord avec Jacques Metzger.

F. TAILLY, directeur industriel Orkem

Je voudrais simplement faire un commentaire sur ce que vient de dire M. Parenteau, en particulier sur les annexes au noyau dur et en insistant sur le fait qu'il faut y inclure la sécurité et l'environnement. Je suis sujet à deux tentations contradictoires, l'une qui consiste à approuver, l'autre qui consiste à désapprouver. J'approuve le fait qu'on intègre l'environnement et la sécurité dans les préoccupations d'enseignement. Je désapprouve le fait qu'on ne les considère pas dans le noyau dur mais comme satellites. Je pense que dans l'enseignement de la chimie et dans l'enseignement des procédés chimiques, il faut que l'enseignement aille vers des procédés propres et sûrs.

J.-J. RIEHL, professeur à l'Université Louis Pasteur, Strasbourg

Je regrette que l'on ait passé pendant ces deux journées pratiquement sous silence une catégorie de personnes qui exerce le métier d'ingénieur chimiste sans en avoir le diplôme. A savoir les chimistes qui ont suivi la filière de l'université : maîtrise + DEA + thèse. Vous savez que, étant donné le problème relatif à la reconnaissance des diplômes, nous sommes obligés de conseiller aux étudiants de ne pas s'arrêter à la maîtrise qui n'est pas une fin, même avec le DEA, mais d'acquérir une formation par la recherche. Les industriels ici présents peuvent en témoigner, il y a un nombre non négligeable, en particulier d'anciens de Strasbourg, qui occupent des postes à responsabilités tout à fait comparables sinon supérieurs à ceux occupés par des ingénieurs diplômés. Je regrette que l'on ait passé sous silence cette catégorie.

Question aux industriels concernant la formation à Bac + 5 : avec une maîtrise + DEA dans une université et donc avec une microthèse, je pense sincèrement qu'il y aurait une possibilité d'insertion, qu'en pensent ils ?

M. DUPUIS, Université de Paris VI

Je voudrais demander à l'auditoire de m'excuser de revenir encore au Japon, mais j'ai un second exemple qui me semble intéressant et qui reflète le développement des techniques de masse dans ce pays. Dans les recommandations, on a fait allusion au rôle de la télévision pour le grand public. Mais il faut savoir qu'au Japon la télévision diffuse aux heures de classe, de sorte que pour les sciences expérimentales des professeurs japonais des écoles primaire et secondaire utilisent très largement les leçons qui sont données à la télévision par NHK, la télévision japonaise publique. Bien sûr, ceci suppose que toutes les écoles soient câblées de systèmes de distribution, mais ça ne coûte pas très cher, il suffit d'un poste de télévision par classe. Je me suis intéressé de très près aux

méthodes d'enseignement au Japon, j'ai vu aussi des cours qui se faisaient de cette manière. Les professeurs japonais les utilisent très largement, je crois à des taux qui diminuent à mesure qu'on arrive à la fin du cycle d'enseignement secondaire, mais je crois que dans les premières années de lycée, à l'école primaire, cela atteint 75 à 80 %. On a fait tout à l'heure allusion au problème de la formation des enseignants qui laissait parfois à désirer. Je crois, que de cette manière, on aurait au moins une garantie d'un certain niveau dans la mesure où les professeurs français accepteraient de se plier à un enseignement standardisé et où ils ne peuvent pas nécessairement mettre leur signature personnelle. Ceci est une autre question. En tout cas, au Japon, le système marche et est largement utilisé.

R. COLLONGUES, ENSCP

Je suis peu intervenu et j'ai rassemblé un certain nombre de réponses. Alors on va commencer par les classes préparatoires dont vous avez parlé. Il ne s'agit quand même pas de trop accuser les mathématiques parce que les mathématiques font leur métier, elles jugent parfaitement un certain nombre de qualités qui sont indispensables dans tous les métiers. Ce qu'il y a, c'est que l'épreuve de physique au concours ne juge pas très bien ce que les mathématiques ont jugé parfaitement. Et ce qu'il y a de pire encore, c'est que l'épreuve de chimie juge aussi la même chose. L'abominable problème de chimie, c'est une pseudo-mathématisation, et c'est cela qui a pu écarter certains jeunes gens de la chimie, qui auraient été sensibles à un aspect plus attractif, c'est bleu, c'est vert, ça bouge, ça explose, etc. Mais la pseudo-mathématisation est une abominable classification où l'on coupe tout ce qui est intéressant. Alors je crois que ce n'est pas nécessairement les mathématiques qu'il faut accuser et peut-être n'est-ce pas utile d'augmenter le pourcentage de physique et de chimie si on ne réforme pas complètement l'esprit, c'est-à-dire si c'est fait uniquement dans l'optique du concours. Deuxièmement, j'ai entendu proposer que l'on intègre le stage industriel des écoles dans la scolarité avec si possible une liaison vers la microthèse. Je ne suis pas sûr que cela soit tout à fait souhaitable, le stage est fait pour connaître l'industrie, il n'est pas fait pour faire de la recherche. C'est la microthèse qui est faite pour cela. Je crois qu'il faut vraiment dissocier les choses.

Troisième point, c'est une question à laquelle j'ai très mal répondu ce matin lorsqu'on m'a demandé : est-ce que la thèse c'est vraiment la formation par la recherche, est-ce qu'il ne peut pas y avoir une thèse sur un problème réellement industriel, c'est-à-dire un problème à un très grand nombre de paramètres ? Personnellement, ma réponse est oui. La seule chose que j'exclus c'est que l'industriel m'impose de travailler sur un matériau sans pouvoir faire varier les paramètres. On utilise le produit à 350 composants, et il ne faut en changer qu'un seul, c'est sur celui-là qu'il faut travailler. Alors ça, je crois que ce n'est pas du tout formateur. Mais la complexité du sujet, même industriel, ça ne me gênerait certainement pas et je crois que l'évolution est telle que ça ne gênerait pas du tout nos collègues.

Quatrième point, le recrutement, j'ai beaucoup apprécié l'intervention de notre collègue de Nancy ce matin sur la déception de nos jeunes ingénieurs lorsque le recrutement se heurte à des considérations de relations humaines qui ne leur paraissent pas toujours extrêmement claires. Et c'est non seulement nos jeunes ingénieurs, mais c'est également les industriels avec lesquels nous sommes en contact qui avaient jugé ce jeune ingénieur tout à fait apte à occuper l'emploi et celui-là se trouve refusé pour une question bizarre de relation humaine, il parle trop vite, il ne parle pas assez vite, je ne sais pas.

Le cinquième point, c'est l'image de marque de la chimie. J'ai cité ce matin une parole définitive sur le fait qu'on ne fait pas de recherche dans les écoles d'ingénieurs, cette parole était d'un de mes brillants condisciples. Alors il faudrait peut-être que les chimistes s'expriment davantage, je sais bien

que ce n'est pas leur genre, ils sont peu politiciens et, quand ils parlent, ils aiment bien que ce soit pour dire quelque chose. Tout dernier point qui n'a pas été évoqué, il me semble que l'on commence à parler beaucoup de télé-enseignement. Notamment dans une université, je crois à Marne-la-Vallée, qui est en gestation. Je ne souhaite pas du tout que ça fasse l'objet d'un débat, je voulais signaler que ça peut exister, c'est tout.

G. MONTEL

Simplement un point sur lequel je souhaitais dire un mot. S'agissant des épreuves de chimie qui sont données dans les classes de spéciales et avant, c'est notre affaire. C'est à nous de bien nous mettre d'accord sur ce point et c'est peut-être à nous d'intervenir davantage dans des réflexions qui sont conduites à la Conférence des grandes écoles. Il faudrait que la Conférence des grandes écoles soit associée à des réflexions comme celles que nous conduisons aujourd'hui, elle ne l'est pas encore suffisamment.

J.B. DONNET

Sur ce point je voudrais dire quelque chose qui m'a toujours surpris, c'est que dans la préparation des programmes pour les écoles de chimie, les interventions des industriels sont plus que discrètes. Et je me demande dans quelle mesure, dans la préparation des programmes des classes préparatoires qui entraînent les programmes de concours, nous ne pourrions pas, dans les temps qui viennent, appeler à une intervention qui ait un sens, c'est-à-dire qui ne soit pas celle d'une ou deux personnalités mais qui représente vraiment des vœux assez généralisés des industriels. Il me semble que si déjà les écoles ont été incapables de dégager une unanimité et de participer vraiment à des travaux qui ont duré plusieurs années, si en plus les industriels ne se font pas entendre du tout, que peuvent faire nos pauvres collègues qui ont ensuite à enseigner nos programmes. M. Dubois-Salmon nous a parfaitement dit la réalité. Ils sont là pour appliquer et appliquent parfaitement un programme. Parce que les épreuves de concours vont se modeler sur le programme. Ils peuvent ensuite faire des remarques qui sont d'ailleurs suivies d'effet, si certaines épreuves du concours ne sont pas conformes au programme. C'est arrivé quelques fois et les réclamations qui ont eu lieu ont été suivies d'effet. Mais il ne faut pas tirer sur l'exécutant lorsque la partition a été écrite par un autre. Et je propose que l'écriture de la partition prenne en compte tous ceux qui sont intéressés aux résultats de l'application de cette partition et de la formation qui sera donnée. Alors ça, si vous en êtes d'accord, je souhaite que ça figure dans nos recommandations parce que dans notre pays c'est quelque chose qui n'a jamais été imaginé jusqu'à maintenant.

P. MANGIN, directeur de la Recherche et du Développement, BP Chimie

Je voudrais faire part d'une toute petite anecdote pour renforcer ce qu'a dit Jacques Metzger au point de vue des langues. J'insiste encore pour dire que la maîtrise des langues est insuffisante, c'est une culture de la langue qu'il faut. Alors la petite anecdote, je vais vous la dire, il y a un an, le département de Londres de notre société était prêt à signer une licence avec des Thaïlandais. Il téléphone à Lavera où nous sommes, c'est-à-dire la branche française où se trouve la technologie. Il s'adresse à mon chef de service et lui parle d'un produit spécial, ce qu'on appelle dans le jargon un grade qui devrait être fait et mis dans le contrat pour cette licence. Mon chef de service dit « pas de problème », mais « pas de problème » au sens français, ce qui veut dire c'est un challenge, ne vous en faites pas, on va régler ça. Deux heures après la licence est signée car le correspondant avait compris « no problem ». Alors vous comprenez, c'est très grave cette maîtrise de la langue, c'est quelque chose de très important.

Maintenant je passe à mon point principal. Vous avez dit que l'audience représentait des gens différents et que c'était

important, que tout le monde pourrait discuter sur, peut-être, cet avenir du diplôme européen, etc. Il y a des absents à ce colloque qui ont un poids extraordinaire et, il ne faudrait pas le négliger, ce sont les représentants syndicaux. Je peux vous assurer que dans les discussions de diplômes et de reconnaissance et surtout dans le domaine que vous avez évoqué, celui qui touche à cette frontière entre techniciens et ingénieurs, c'est un point extrêmement important pour eux, qu'ils discutent avec une grande compétence. Ils ont des permanents et moi j'ai assisté de par mes fonctions à des colloques inverses, si je peux m'exprimer ainsi, où j'ai pu écouter leurs points de vue et leurs argumentations qui, je vous l'assure, sont très structurés et très valables et qui vont souvent dans un sens qui est assez précis : la reconnaissance doit se faire sur le travail. Le côté académique est imposé par le patron, mais quelqu'un qui a fait cinq ans comme technicien, on lui dit qu'au bout de cinq ans il peut être cadre. Vous savez pourquoi on a les conventions collectives, nulle part on n'a prononcé ce mot pendant ces deux jours. Ces conventions collectives associent les rémunérations à des coefficients. Vous me direz que les conventions collectives c'est une chose qui peut bouger. Moi, je voudrais attirer votre attention sur le fait que, quelles que soient les recommandations, les batailles qui se feront dans ce domaine de diplôme et autres, il y aura une dimension à prendre en compte, c'est savoir comment les grandes instances syndicales se prononceront par rapport à leur collègues allemands et autres.

Je peux vous dire que les problèmes de salaires, d'écart de salaires et autre rémunérations entre les industries allemandes et les industries françaises — ne parlons pas des industries américaines — nous posent de sérieux problèmes. N'oubliez pas à un moment donné d'intégrer le point de vue ou un certain point de vue de ces gens-là, parce qu'il sera non négligeable, je peux vous l'affirmer.

M. JAYMOND, Société de Chimie Industrielle

Simplement, je voulais remercier le professeur Collongues d'avoir relevé une erreur que j'ai commise et je m'en excuse auprès des rapporteurs. Le rapprochement que j'ai voulu faire, c'est entre les stages et les projets de fin d'étude et non pas les microthèses. Alors si je l'ai dit, c'est une erreur et je prie l'assemblée de m'en excuser ainsi que les rapporteurs.

F. MOLLEYRE, ENSIC

Je voudrais revenir aux problèmes évoqués par M. Dubois-Salmon. Si la sensibilisation à la chimie dans les classes préparatoires doit dépendre des programmes de chimie qui y sont enseignés, j'avoue que je dois donner un certain nombre de précisions. J'étais le représentant à la sous-commission de chimie pour les ENSI en compagnie de mon collègue Cadiot et j'avoue qu'il faut savoir comment ça se passe. Que l'on veuille mettre des industriels dans la commission, je n'y vois pas d'inconvénients, encore faudra-t-il convaincre la Conférence des grandes écoles et également l'Inspection générale de bien vouloir accepter les industriels. Alors je dois dire que tout est un rapport de forces. Il faut savoir que les ENSI au sens général du terme, qu'elles soient physiciennes ou chimistes, représentent quelques 30 ou 34 établissements qui se répartissent sur plusieurs concours. On avait toléré qu'il y ait des représentants de ces concours, un représentant du concours de l'X, un représentant du concours de Centrale, un représentant du concours des Mines. Bien que l'on représente une grande quantité d'établissements et d'élèves ingénieurs, nous étions tout de même minoritaires. Alors je dois dire que nous sommes passés à une autre gymnastique de l'esprit qui consistait à savoir quoi enseigner en chimie. Bien sûr, on va commencer par le début, on enseigne la chimie physique, la thermodynamique, la cinétique etc., et nous avons essayé avec M. Cadiot ainsi qu'avec le représentant de l'École centrale, d'introduire un peu de chimie industrielle pour sensibiliser les candidats de taupe. Mais là on a vu un tollé général, notamment de l'Inspection générale et d'un certain nombre de représentants d'écoles. Car, bien entendu, appartenant à

une école, où on fait du génie des procédés, on a tout de suite pensé, conduite, diamètre de conduite et évidemment on nous a un peu barré. Nous sommes arrivés quand même avec beaucoup de volonté à maintenir un aspect chimie industrielle parce qu'il me paraît évident que l'on ne peut se limiter à exposer des thèmes de la chimie qui dépendent de la chimie physique.

Quand on interroge les élèves notamment aux Olympiades de la chimie ou aux concours, on s'aperçoit que pour eux l'industrie chimique, c'est quelque chose de vague, ça peut représenter quelque chose comme négligeable du point de vue économique. Or, en présentant notamment des aspects de l'industrie chimique minérale et des aspects de la chimie des polymères qui est quand même l'une des bases de l'industrie chimique actuelle, eh bien, on pensait sensibiliser. Et ça a été relativement mal perçu et je crois que nos collègues et notamment M. Dubois-Salmon qui a participé à cette commission, ont accepté relativement mal, du point de vue de l'UPS, cette introduction de chimie disons appliquée. Il faut reconnaître qu'on a procédé à une certaine réduction, et on a largement supprimé dans ce domaine de la chimie dite industrielle ce qui correspondait à des monographies mais qui permettait également de mettre en exergue une certaine pluridisciplinarité du point de vue des procédés.

En ce qui concerne les épreuves des concours, je m'insurge totalement contre ce qu'a dit M. Collongues. Je peux dire qu'en ce qui me concerne les trois concours de chimie, les épreuves, d'une part, de physique et, d'autre part, de chimie, n'ont pas de caractère mathématique prononcé. C'est surtout un phénomène de compréhension physique ou chimique qui est noté. En ce qui concerne les travaux pratiques qui ont été également évoqués, je rappelle qu'au concours chimie-Centre, il y a des travaux pratiques et que si ça ne peut pas être généralisé aux concours des autres ENSI, c'est par manque de moyens attribués par le ministère de l'Éducation nationale.

G. MONTEL

Je vous remercie de ce témoignage, je voudrais peut-être intervenir sur ce point en signalant les réflexions, vous voyez qu'il se conduit beaucoup de réflexions, qui ont été conduites récemment dans le cadre des JIREC (Journées d'innovations et de recherches sur l'enseignement de la chimie) qui se trouvent sous le patronage de la division « Enseignement de la chimie » de la Société Française de Chimie. On a été amené à parler, lors de ces dernières réunions, de l'enseignement de la chimie inorganique. Mais ceci nous a amené à déborder largement ce cadre et il est apparu, et c'est sur ce point qu'il est important d'insister, que, quels que soient les contenus sur lesquels il faut que nous nous mettions d'accord, il est nécessaire que les programmes de Bac + 1, Bac + 2 soient des programmes cohérents. Il faut que l'on conçoive un ensemble cohérent et que l'on puisse introduire les notions que vous souhaitez. Cette cohérence est apparue comme une donnée essentielle pour des chimistes débutants.

A. COULOMBEAU, Michelin

C'est à propos de la suggestion, qui vient d'être faite, d'associer les industriels, les entreprises à la réflexion ou à l'élaboration des programmes de « taupe ». Je me sens mal placé pour répondre correctement à cela et je donnerai une opinion tout à fait personnelle. D'abord parce que Michelin n'est pas une entreprise appartenant véritablement à l'industrie chimique et, d'autre part, j'avoue que je n'ai pas beaucoup réfléchi à cette question avant maintenant. Mon opinion est la suivante : je crains qu'en tant qu'opérationnels sur le terrain, membres d'une entreprise, nous ne soyons pas compétents pour participer à une élaboration de programmes de « taupe ».

Il a été évoqué ce matin, fort opportunément, la notion de relation client-fournisseur. En fait, là, se serait une relation des fournisseurs de nos fournisseurs. Ce que nous nous sentons en mesure de faire, me semble-t-il, c'est de déposer des

cahiers des charges : voilà ce que nous souhaitons pour nos ingénieurs, quelle formation ils doivent avoir. Et maintenant, comment faut-il les recruter ? C'est encore plus loin et je crains vraiment que nous allions nous fonder sur notre propre expérience. La mienne remonte à 30 ans. Je pense que la chimie a évolué depuis ce temps-là et je crains donc de ne pas être compétent du tout pour pouvoir vous apporter une aide. Toutefois, si vous nous associez, je pense que l'on sera très ouvert, on ira, mais ne comptez pas sur une participation très efficace.

M. RIETHMANN, Mulhouse

Je dois revenir au problème des langues dont il a été question à diverses occasions au cours de ce colloque. Dans cette optique, il faut croire à une galéjade : alors que l'on songe à introduire l'enseignement de la chimie au secondaire et en amont, on se voit obligé d'assurer l'enseignement des langues dans les grandes écoles ! Je ne sais pas comment cela se passe dans les lycées à l'heure qu'il est, mais il est un fait qu'avant la guerre, du temps de mes études, on aurait raté au bac, sans d'honorables connaissances de langues vivantes. Pour ce qui me concerne, je dominais mieux l'anglais à 18 ans que maintenant.

R. DEGAIN, administrateur de la Société de Chimie Industrielle

Je voudrais revenir moi aussi sur les programmes de « taupe », mais le prédécesseur a presque répondu à cette question. Ce que je voudrais simplement ajouter c'est qu'il y a 30 ans que ce problème existe. Et que les industriels sont des gens qui se considèrent souvent comme ayant très peu de temps, et le plus souvent débordés. On a beaucoup parlé d'abstention, il y a deux raisons à l'abstention. L'abstention c'est quand on a rien à dire, et puis quand on est sûr de ne pas être entendu, c'est tout.

J.-P. KONRAT, SNPE

Pour ce même sujet des classes préparatoires, je pense qu'une des raisons des difficultés de la chimie, c'est que les professeurs sont des professeurs de physique plus que des professeurs de chimie. Ils sont à la fois l'un et l'autre et souvent certains d'entre eux enseignent la chimie comme une affaire un peu secondaire. Il serait important qu'il y ait une filière de professeurs de chimie. A ce commentaire de caractère général s'ajoute, bien entendu, ce qui a été dit sur le fait que les problèmes de chimie sont souvent à caractère mathématique ou physique, qu'il n'y a pas assez de manipulations.

G. MONTEL

Je voudrais attirer votre attention sur une évolution qui n'est pas très ancienne, mais qui a fait que l'on a rétabli une agrégation de chimie et que l'inspection générale a veillé à ce que les agrégés de chimie peuplent assez largement les classes préparatoires.

A. PENTENERO, professeur, Faculté des Sciences de Nancy

Je voudrais appuyer ce qui vient d'être dit parce qu'il reste quand même, au sein de l'inspection générale et au sein de tout l'enseignement secondaire, la notion et plus que la notion, l'étiquette de sciences physiques. Dans ce pays, nous sommes sensibles aux étiquettes ; que l'on le veuille ou non, les professeurs qui enseignent la chimie sont des professeurs de sciences physiques. Je le dis d'autant plus facilement que je suis directeur d'une UER où on vient de rétablir depuis un an une licence de sciences physiques parce que c'est crucial pour former des professeurs et essayer de donner un peu de chimie. Il n'en reste pas moins que la chimie est noyée, fondue dans cette discipline qui s'appelle les sciences physiques et tout le monde comprend, sauf les chimistes, que c'est de la physique. Et ça, c'est tragique pour l'image de marque de la chimie dans le secondaire.

G. MONTEL

Simplement une remarque sur ce point là, mais Madame Blanchard pourra la faire certainement mieux que moi.

Mme F. BLANCHARD, professeur Math Spé P' UDP

On a transformé récemment l'appellation « professeur de physique » en « professeur de sciences physiques » ou « professeur de physique et de chimie ». Je crois quand même que maintenant tout le monde comprend quand on dit sciences physiques qu'il s'agit de physique et de chimie.

G. MONTEL

Je voudrais également témoigner de ce que l'inspection générale nous a dit que les programmes du second degré ne s'intituleront plus programmes de sciences physiques mais programmes de physique et de chimie. Il y a une évolution.

L. DEBIAIS, administrateur de la Société de Chimie Industrielle

Je voudrais simplement revenir un peu sur le problème de l'image de la chimie. Il a été présent dans les commentaires d'un des rapporteurs et il est assez souvent présent dans les commentaires de la salle. Je voudrais dire en quelques mots ce que les industriels ont essayé de faire. Chacun le sait, la vie associative en France est quelque chose d'un peu difficile et elle a eu une traversée du désert en ce qui concerne les industriels de la chimie. Grâce au ciel, depuis quelques temps, disons deux ans, les industriels de la chimie et en particulier les directeurs de la trentaine de sociétés qui, soit ont leur siège en France, soit sont des filiales de groupes internationaux, se sont associés pour essayer de voir comment on pourrait faire revivre cette vie associative. Et leur première priorité dès qu'on les a rassemblés a été : il faut faire quelque chose pour l'image de la chimie. Il a été décidé d'associer les efforts de la SCI à ceux de l'UIC pour bâtir quelque chose dans ce domaine. Deux priorités ont été retenues, l'une très générale rejoint les recommandations de M. Streith et s'adresse à l'ensemble des médias. Une commission dirigée par M. Roques a été constituée avec un certain nombre d'autres présidents, dont M. Puechal d'Atochem. Cette commission va lancer, en 1989, une série d'opérations.

L'autre priorité qui a été retenue, ça ne vous étonnera pas après ce que l'on a entendu, concerne l'enseignement secondaire. Et là il y a deux opérations qui sont en train de se mettre en place. Une première consiste à essayer de bâtir des conférences présentant sous des aspects positifs l'industrie chimique pour l'ensemble des établissements français d'enseignement secondaire. C'est une campagne qui va mettre du temps à se lancer mais dont les premières manifestations vont bientôt être visibles. Par ailleurs, une opération est lancée pour recevoir par an 1 000 professeurs dans les plus grands établissements de l'industrie chimique. Ce ne sont pas les industriels seuls qui vont réussir ces opérations, il faut y associer, et là je rejoins ce qui a été dit en particulier par le Président Montel, le corps des professeurs et même l'Education nationale, les inspecteurs généraux, les professeurs de « taupe ». Ce que je souhaite et ce que je demande, c'est qu'il y ait une sorte de connivence de l'ensemble de ces gens pour arriver à travailler à une œuvre commune.

G. KILLÉ, ENSCMu

Je désire intervenir sur deux thèmes, celui de l'image de marque de la chimie et celui des mathématiques.

Depuis que je me suis intéressé à l'Ecole de Chimie de Mulhouse, à des recherches en matière de sécurité chimique et à l'enseignement de la sécurité, ma perception de la chimie est devenue résolument optimiste. Je pense qu'on a les moyens, compte tenu des méthodes dont nous disposons à l'heure actuelle dans notre domaine d'activité et au niveau industriel, pour donner la conviction au grand public que les chimistes savent leur métier et ont la possibilité d'éviter les accidents.

Dans la mesure où un être humain approche les problèmes de sécurité et ceci dépasse la chimie, il faut quand même savoir, et en être imprégné, que la chimie est de loin le domaine d'activité qui est le moins dangereux et je plaide pour l'introduction d'un enseignement sur le thème de la sécurité.

Deuxièmement, la place des mathématiques. Je voudrais renvoyer l'assistance à une lecture qui m'a absolument bouleversé dans le *Monde de l'éducation* de juillet et août 1988. Il apparaît qu'à l'heure actuelle, la sélection par les mathématiques s'est étalée sur tous les premiers cycles et a débordé largement le cycle des sciences. Il est sûr que si vous n'êtes pas passé par le Bac C à l'heure actuelle, vous n'avez aucune chance raisonnable de réussir dès la première tentative à un DEUG en sciences bien sûr, mais aussi à une première année de pharmacie, une première année de médecine. Ce n'est pas moi qui l'invente, ça se trouve dans le *Monde de l'éducation* et cela pose un problème de base.

J.-M. CHEZEAU, directeur de l'ENSCMu

Toujours dans le droit fil de ce problème de l'image de la chimie, j'aurais voulu faire remarquer que nous vivons dans les écoles de chimie actuellement une expérience qui est positive. En ce sens que le recrutement s'est nettement amélioré ces dernières années et donc au moins chez les élèves des classes préparatoires, l'image de la chimie est en évidente progression. Il y a beaucoup moins de désistement dans les concours qu'il n'y en avait il y a quelques années. Nous le devons aux professeurs des classes préparatoires. Malheureusement, il n'y a qu'à voir cette assemblée pour se rendre compte que ce n'est pas l'image de la chimie dans la population en général. Il n'y a qu'à prendre conscience ici du peu de journalistes qui se sont déplacés pour suivre ces débats ou du peu de professionnels non-chimistes mais qui emploient des chimistes, qui se sont déplacés, pour voir que nous sommes ici entre chimistes. Nous n'avons pas encore réussi à convaincre les non-chimistes de l'importance de la chimie.

Clôture du colloque



J.-B. DONNET

C'est avec beaucoup de plaisir que je vais, au nom de tous les organismes qui ont concouru à la présentation, à la mise en place de ce colloque, présenter deux ou trois réflexions après lesquelles le président du Comité National de la Chimie, M. Gallais a bien voulu accepter de venir officiellement clôturer ce colloque.

Je voudrais dire deux choses. Tout d'abord, c'est que la préparation de ce colloque s'est faite avec les représentants des deux grandes sociétés savantes, la Société de Chimie Industrielle et la Société Française de Chimie. Cette préparation a pris plus d'un an.

Ce n'est pas par hasard si nous avons eu cette audience et si vous avez pu entendre et voir des représentants au plus haut niveau de toute la communauté chimique.

Il me revient maintenant au nom de tous les organisateurs de remercier tous ceux qui nous ont aidé. Bien sûr, les différentes sociétés, organismes, qui nous ont accordé leur patronage et dont vous avez la liste sur les documents qui vous ont été remis, et puis tous ceux qui, plus modestement, mais d'une façon extrêmement efficace, ont concouru à la réussite de ces journées et je crois que je serais tout à fait injuste si je ne remerciais pas tout d'abord la petite équipe de la Société de Chimie Industrielle que vous avez vue à l'œuvre ici. Je tiens à remercier aussi l'équipe de la Société Française de Chimie, puisque (c'est quelque chose qu'on ne sait pas assez) les deux grandes sociétés savantes sont capables de mener des opérations en commun. Je tiens à remercier également très chaleureusement, au nom de tous, tous ceux qui au plan local ont

fait que cette journée soit réussie. Le Club Gay-Lussac est venu ici et la totalité des directeurs d'écoles de chimie ou des directeurs d'études de toutes les écoles de chimie de France ont participé à ces journées et cela n'est pas pour rien dans la réussite de nos débats, nous le devons au Professeur Dabard et à Jean-Michel Chezeau. Je voudrais remercier Jacques Streith, c'est lui qui a fait que vous avez eu ce matin un représentant de l'industrie suisse, qui je crois a été particulièrement convaincant. C'est lui qui a fait que nous avons eu les représentants étrangers. Il nous a beaucoup aidé à les choisir. Merci, Edouard Pénigault, merci François Delprato. C'est vous deux qui avez porté le poids de toute cette organisation mulhousienne locale et s'il y a eu quelques déficiences que vous avez relevées, dans vos commentaires, nous en tiendrons compte à l'avenir. Personne n'a mentionné la nourriture, alors j'en conclus que la nourriture vous a convenu. Personne n'a dit qu'elle n'était pas bonne, ni suffisamment abondante. Merci à toutes les gentilles jeunes filles qui nous ont accueillis et accompagnés au long de ces deux journées. Merci à M. Banwarth qui a fait le travail ingrat de transporter les gens.

Nous avons recueilli tous les textes, tous les transparents, c'est-à-dire que nous sommes en mesure de publier des actes complets. Nous publierons également les recommandations auxquelles vont s'ajouter tout ce qui a été dit d'important au cours de cette après-midi. Nous espérons que cette publication sortira dans le courant de 89 et qu'elle saura retenir l'attention de tous les destinataires naturels : ministres, enseignants, responsables de l'industrie chimique.

Je vais maintenant passer la parole au président du Comité National de la Chimie pour conclure ce colloque.



F. GALLAIS
président du Comité National de la Chimie,
membre de l'Institut

Monsieur le Président J.-B. Donnet m'a demandé de prendre la parole. Je vais tout de suite vous rassurer et vous dire que je ne la conserverai pas longtemps car je pense que tous comme moi-même vous estimez qu'en ces 48 heures si bien remplies, vous avez entendu suffisamment d'interventions, de questions, de commentaires pour qu'il ne soit pas indiqué de prolonger cet exercice indûment. Je dois dire, cependant, que c'est avec un plaisir particulier que je saisis cette occasion qui m'est donnée par Monsieur Donnet d'exprimer en votre nom à tous, j'en suis absolument convaincu, nos très vifs remerciements à Monsieur Donnet, le premier, et à tous ceux que je ne peux pas nommer individuellement mais qui se reconnaîtront, qui ont œuvré avec lui à sa préparation. Par conséquent, je dois dire aussi au succès de ce colloque que nous pouvons certainement considérer comme exemplaire, tant du point de vue des conditions qui ont présidé à sa préparation qu'à la manière dont il s'est déroulé en accordance avec le plan, ce qui, il faut le reconnaître, est quelque chose de tout à fait exceptionnel même si c'est quelque chose de tout à fait indispensable.

Au cours de ce colloque tout a été dit, ou presque, des sujets qui nous intéressent et qui sont notre dénominateur commun. On a parcouru un long chemin depuis la matière première que constituent les étudiants, les futurs étudiants que nous recrutons à la sortie du secondaire, jusqu'aux utilisateurs des produits que nous essayons de former et j'ai l'impression que la quasi-totalité des aspects qui sont liés à ces différents problèmes a été passée en revue ici et traitée avec l'expression des points de vue, qui, pour ne pas être toujours concordants, sont tout de même conciliables.

En tout cas, il est tout à fait certain que des enseignements peuvent être tirés de tout ce qui a été dit ici, et je suis heureux que Monsieur Donnet ait dit à l'instant que ce colloque laisserait des tracés écrites et que, par conséquent, tout ce travail considérable accompli ici depuis un an, et

spécialement pendant ces deux jours, pourra se concrétiser d'une manière positive et permettra à nos conclusions d'être appréciées et, je l'espère, utilisées par un nombre de personnes très supérieur au nombre de celles qui ont pu assister à ce colloque.

En conclusion, si vous me le permettez, j'exprimerai un sentiment personnel sur un sujet qui est d'intérêt général et qui a été évoqué dans les dernières minutes de nos entretiens. C'est celui de l'enseignement des langues vivantes et, si j'ose le dire, il faudrait inclure dans cette catégorie des langues vivantes le français. Quelqu'un l'a inclus hier dans la catégorie des langues étrangères. Et bien, je partage tout à fait l'opinion qui a été exprimée, il est absolument stupéfiant, mais il serait préférable peut-être de dire scandaleux, que les écoles d'ingénieurs, pas seulement les écoles d'ingénieurs chimistes mais toutes les grandes écoles, soient obligées de mettre à leurs concours des épreuves de français et obligées de mettre aussi des épreuves de langues vivantes et, compte tenu du résultat de ces épreuves, d'être ensuite obligées d'entraîner leurs élèves à la pratique du français écrit et parlé et à un usage raisonnable des langues vivantes. Ce n'est pas à nous sans doute de porter des jugements catégoriques sur notre appareil éducatif dans son ensemble, mais je serais personnellement très heureux si nous pouvions émettre un vœu qui pourrait être repris ensuite par la Conférence des présidents des grandes écoles et peut-être, qui sait, par la Conférence des présidents d'universités, afin que les pouvoirs publics qui sont concernés prennent conscience de la gravité de la situation qui nous oblige à faire ce que nous venons de dire et que les pouvoirs publics rappellent, ainsi que Monsieur Chevènement l'a fait en son temps, que le rôle de l'école primaire, en particulier, c'est avant tout d'apprendre à lire, écrire, compter. Alors la chimie en sixième peut-être, mais quand les élèves qui rentrent en sixième sauront déjà écrire, parler le français correctement, et compter.

Conclusions générales

La plupart des cadres des entreprises chimiques françaises sont des diplômés des écoles d'ingénieurs chimistes. Se plaçant dans la perspective de l'ouverture totale des frontières des pays de la Communauté européenne en 1993, les organisateurs du colloque mulhousien s'étaient fixé pour mission de faire le point sur la formation actuelle et future de nos ingénieurs chimistes.

Les quelque vingt écoles d'ingénieurs chimistes, que l'on peut dénombrer dans l'Hexagone, étaient représentées au colloque mulhousien par leurs directeurs — les membres du « Club Gay-Lussac » — ou par leurs directeurs des études. Par ailleurs, les plus grandes de nos entreprises chimiques avaient tenu à participer à ce colloque en y déléguant leurs directeurs généraux, leurs directeurs des relations humaines, voire leurs directeurs des recherches. Enfin des représentants qualifiés des principaux pays industrialisés de la Communauté européenne et de la Suisse participaient aux débats.

Des conférences et des tables rondes, qui rassemblaient toutes ces personnalités hautement qualifiées, ont permis de dégager un certain nombre d'idées force et de propositions qui seront publiées intégralement — nous en retiendrons quatre — et dont les ministères et les écoles auront à tenir compte pour adapter les programmes pédagogiques aux exigences du monde de demain.

Bien faire son premier métier, tel fut le leitmotiv de bien des industriels. Que le jeune ingénieur chimiste sache bien mettre en pratique la formation professionnelle qu'il a reçue au sein de son école ; voilà la recommandation toute simple prônée par ses futurs employeurs. En d'autres termes : soyez chimiste d'abord ! Les compétences complémentaires — telles que celles relatives à la gestion, au marketing, au management — viendront ultérieurement, par exemple dans le cadre de la formation permanente.

Adaptabilité et flexibilité, voilà des qualités qu'on attend des futurs cadres de l'industrie chimique et parachimique, car l'ingénieur sera appelé à exercer son métier dans des contextes techniques, commerciaux et culturels différents ; et ce en raison de la mondialisation de l'industrie chimique française. Il est à peu près certain qu'au cours de sa carrière, le chimiste changera plusieurs fois de fonction, d'environnement, voire d'entreprise.

Etre polyglotte est une exigence qui découle directement de ce qui précède. La maîtrise de la langue anglaise est devenue un impératif ; la connaissance d'une seconde langue étrangère (allemand, espagnol, japonais...) est vivement souhaitée. Ceci

suppose sans doute qu'une partie des enseignements scientifiques soit dispensée en anglais (et en allemand par exemple), à l'image du modèle strasbourgeois.

Etre formé à la recherche. Cette proposition, qui est une nécessité pour tout chimiste en RFA et en Suisse, pourrait être reprise en France où 25 % seulement des ingénieurs chimistes sont formés à la recherche au travers d'un doctorat préparé dans un laboratoire universitaire. Les directeurs des relations humaines estiment pourtant que l'industrie chimique française a intérêt à recruter des cadres jeunes... ; à l'inverse, semble-t-il, des exigences des grands groupes de l'industrie chimique suisse et allemande qui demandent à leurs futurs cadres d'être titulaires d'un doctorat et d'avoir passé 1 à 2 années postdoctorales à l'étranger ; ce qui ne semble pas leur avoir si mal réussi !

Enfin parmi les très nombreuses suggestions et recommandations qui ont été recueillies tout au long du colloque, il faut souligner :

- a) La nécessité de revoir soigneusement, avec les utilisateurs, c'est-à-dire entre enseignants industriels et les services concernés du ministère, les programmes des concours ENSI-chimie.
- b) Les stages de longue durée à l'étranger, intégrés dans la scolarité et en échange entre écoles européennes ou universités nord-américaines, doivent être poursuivis et étendus, une aide de l'industrie est possible.
- c) Les moyens consacrés à la formation pratique, en laboratoire, sont très largement considérés comme insuffisants, les dotations spécifiques des ENSI-chimie doivent être revues à cet égard.
- d) L'enseignement scientifique, attractif et pratique, auprès des enfants est loin d'avoir dans notre pays la place qui lui revient.

Nous sommes convaincus de l'intérêt et de l'importance des conclusions et des propositions qui viennent d'être formulées et nous souhaitons qu'elles soient efficacement prises en considération par les ministères et les écoles responsables de la formation de nos ingénieurs pour l'industrie chimique.

Jacques Metzger, J.-B. Donnet
Société Française de Chimie

Robert Degain, Georges Roques
Société de Chimie Industrielle

Le colloque en images



Table des annonceurs

AFPIC CHIMIE	P 226	ESPCI (Paris)	P 168
ATOCHEM	P 151	FOIRE DE DÜSSELDORF	P 172
BP CHEMICALS	P 242	FORMULA II	3 ^e de couverture
CEA	P 207	IGC (Toulouse)	P 228
CIBA-GEIGY	P 169	INSA (Rouen)	P 224
CIFRE (ANRT)	P 230	INSTITUT FRANÇAIS DU PÉTROLE	P 225
CLUB GAY-LUSSAC	P 150	INTERCHIMIE	P 206
CNRS-FORMATION	P 204	ITECH (Lyon)	P 238
ECOTECH'89	P 224	MICHELIN	P 171
EHICS (Strasbourg)	P 150	ORKEM	P 149
ENGINEERING ASSISTANCE	P 204	RHÔNE-POULENC	P 166-167
ENSCCF (Clermont-Ferrand)	P 170	ROUSSEL UCLAF	P 227
ENSCL (Lille)	P 238	SALON DU LABORATOIRE	P 229
ENSCMU (Mulhouse)	P 152	SILEC	P 230
ENSCP (Paris)	P 168	SNPE	P 205
ENSCP (Bordeaux)	P 152	SOCIÉTÉ DE CHIMIE INDUSTRIELLE	P 136
ENSCR (Rennes)	P 240	SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE CHIMIE	2 ^e de couverture
ENSCT (Toulouse)	P 228	SOCIÉTÉ FRANÇAISE HOECHST	P 165
ENSIC (Nancy)	P 170	SPRINGER-VERLAG	P 241
ESCOM (Paris)	P 242	UNIPEX	P 239
ESICA (Vitry-sur-Seine)	P 240		

Comité de rédaction

Président : Marcel Bohy
 rédactrice,
 adjointe au président :
Thérèse Chaudron

Roland Audebert
 ESPCI (Paris)

Jean-Pierre Billon

Paul Caro
 CNRS Meudon

Alain Chauvel
 IFP (Rueil-Malmaison)

Marc Chérest
 délégué publications (SFC)

Pierre Clément

Henri Dangeard

Jean-Claude Depezay
 Paris V

Jean-Baptiste Donnet
 président de la SFC

Pierre Fillet
 vice-président de la SFC

Roland Gauguin

Michel Golffer
 Université Paris-Sud

Claude Jeanmart
 Rhône-Poulenc

Georges Maire

Jacques Metzger
 IPSOI et Université Marseille

Jacques Millet
 EDF

André Picot
 ICSN (Gif-sur-Yvette)

Jean Weill-Raynal

Fabrication

Jacqueline Zundel

Relations extérieures, promotion et publicité

Gérard Perreau

Directeur de la publication

Jacques Metzger



Publication analysée par
 Chemical Abstracts Service

Abonnements 1989

(6 numéros)

Membres de la SFC et de la SCI
 Les membres des deux sociétés bénéficient
 d'un prix d'abonnement préférentiel de 430 F
 (TTC) à cette revue.

Non-membres

France 750 F (TTC)

Europe et autres pays 850 F

(envoi par avion + 200 F)

Chèques au nom de la SFC, CCP 7078-60 U
 Paris

En vente uniquement au siège de la SFC.

L'ACTUALITÉ CHIMIQUE

250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris

Tél. : (1) 43.25.20.78.

Télécopie : (1) 43.25.87.63.

LA FORMULATION : UN ENSEIGNEMENT, UNE SCIENCE, UNE INDUSTRIE

Par la mise en œuvre de connaissances fondamentales de la chimie, de la physique et du génie des procédés, la formulation a gagné ses lettres de noblesse.

Aujourd'hui, elle est enseignée dans les écoles d'ingénieurs qui forment les chimistes de demain. Elle intervient dans un très grand nombre d'industries utilisatrices de produits chimiques pour en optimiser les performances et pour répondre aux besoins du marché des produits finis.

La formulation permet à notre société d'améliorer son bien-être, que ce soit dans les domaines de la santé, de l'environnement, de l'agro-alimentaire, en bref de l'ensemble des produits nécessaires à notre vie courante : il s'agit de la pharmacie, des produits de beauté, de la cosmétique, des lessives, des colles, des adhésifs, des peintures, des produits ménagers, etc.

Pour mieux comprendre les évolutions scientifiques concernant cette discipline, la Société Française de Chimie organise un Congrès accompagné d'une exposition sur ce thème.

FORMULA II

**Toulouse (Palais des Congrès)
17, 18, 19 octobre 1990**

**Renseignements : Société Française de Chimie, Département
Congrès, 250, rue Saint-Jacques, 75005 Paris. Tél. : (1)
43.25.20.78 (télécopie : (1) 43.25.87.63).**

