

L'évolution de la formation des ingénieurs dans les écoles de chimie et de génie chimique *

Dans un rapport rédigé en mai 1992 et intitulé "Pour une nouvelle politique de l'enseignement dans les écoles de chimie et de génie chimique", l'Union des Industries Chimiques (UIC) a voulu exprimer l'avis de l'industrie sur les formations supérieures d'ingénieurs chimistes et de génie chimique. Dans les perspectives de développement et parfois de survie de l'industrie chimique, la formation représente en effet un enjeu crucial non seulement pour l'avenir de la profession, mais pour celui de l'économie française dans son ensemble.

Ce rapport s'articulait autour de trois grands chapitres :

- l'offre d'ingénieurs en volumes et en profils,
- une réforme nécessaire de l'enseignement,
- des recommandations suivant quatre axes.

Diffusé dans la profession et dans les milieux de l'éducation, ce rapport a suscité chez les directeurs d'écoles, et quelquefois dans l'industrie, outre un large accord sur de nombreux points, des réactions parfois vives, dont l'origine était à la fois une différence d'analyse et d'appréciation des dispositifs d'enseignement et une interprétation divergente du sens de certaines formulations du rapport.

La Fédération Gay-Lussac (FGL) qui, rappelons-le, rassemble les écoles de chimie et de génie chimique du ministère de l'Éducation nationale et de la Culture et trois écoles privées, ainsi que l'UIC, la SFC, la SCI et le CEGICHIM, avait demandé, lors du séminaire de Cassis en février 1992, que la profession réponde à deux questions essentielles pour l'avenir de nos établissements :

- les profils d'ingénieurs,
- les flux.

Le rapport de l'UIC répond en partie à ces questions avec des conclusions qui sont proches des analyses des directeurs sur les classes préparatoires, les flux et typologies d'enseignement. Toutefois, sur certains points, il peut subsister des malentendus. Il a semblé indispensable de les dissiper et de présenter de façon claire à la fois les accords profonds et les différences d'appréciation des industriels et des directeurs d'écoles, tout cela dans une optique constructive visant à faire avancer la réflexion et mieux préparer les éventuelles décisions à prendre. Cette réflexion est facilitée par l'existence d'un organisme de concertation entre la profession et les écoles de chimie et de génie chimique, organisme qui n'existe pas dans les filières d'université ou dans les domaines de l'électronique, de la physique, etc., et a pour but essentiel l'amélioration de la qualité des formations et des établissements.

Les principales questions évoquées dans le rapport de l'UIC

1. Les flux

L'UIC constate que les besoins de l'industrie sont actuellement satisfaits en volume. Les industries chimique, parachimique et pharmaceutique recrutent aujourd'hui entre 300 et 500 ingénieurs par an. Ils sont trouvés sans problème dans les promotions actuelles des grandes écoles de chimie, de génie chimique et des formations universitaires d'ingénieurs, qui forment au total environ 1 300 ingénieurs par an.

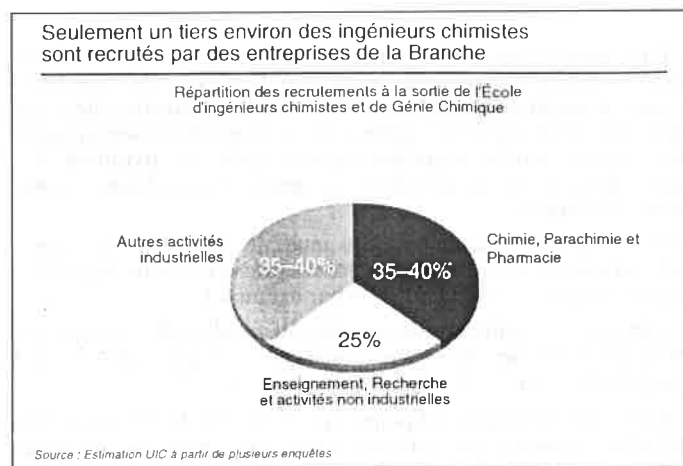


FIGURE 1.

Il n'est pas nécessaire d'augmenter substantiellement ce nombre. Une croissance de 3 à 4 % par an du nombre d'ingénieurs formés par l'enseignement supérieur paraît raisonnable et permettra largement de faire face à l'augmentation des besoins, compte tenu de la forte augmentation en qualité et en quantité des techniciens recrutés ces dernières années (au niveau BTS, DUT, etc.). En effet, un certain nombre d'entre eux méritent une formation complémentaire et une évolution de carrière les conduisant au niveau d'ingénieur.

* Texte publié conjointement par l'UIC et par la Fédération Gay-Lussac.

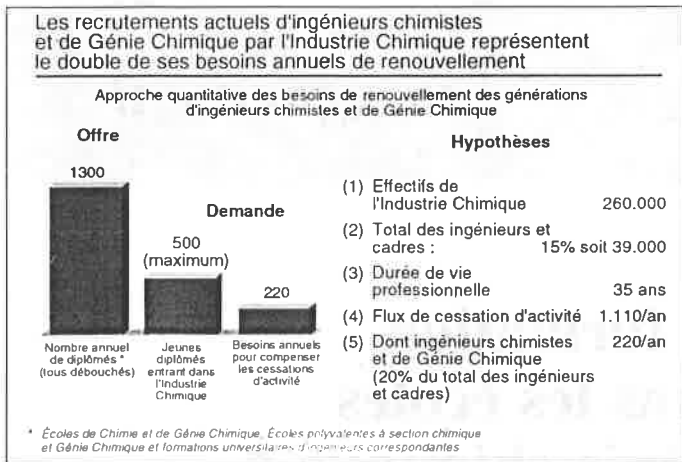


FIGURE 2.

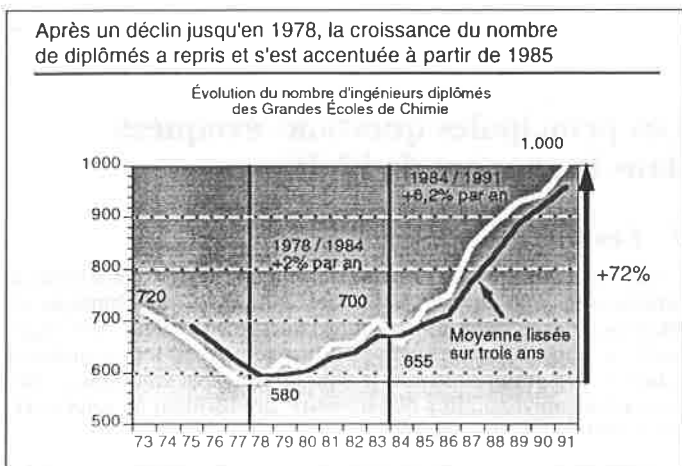


FIGURE 3.

L'UIC estime que l'écart entre ce niveau de recrutement des années récentes (avant 92, année où l'on constate une forte baisse en raison de la conjoncture économique catastrophique) et celui qui résulterait du simple renouvellement démographique des effectifs actuels supposés répartis selon une pyramide des âges régulière, niveau de 220/an qui apparaît sur la figure 2 compense largement :

- les besoins liés à l'augmentation générale des cadres techniques telle qu'elle est prévue dans les études prospectives de la période récente (études BIPE ou CNGE par exemple),
- ceux liés à l'augmentation qui devrait résulter du déséquilibre de la pyramide des âges dans l'industrie chimique, conduisant à des pics de cessation d'activité entre 1995 et 2005.

L'UIC a plutôt tendance à penser que le niveau de 500 ingénieurs débutants recrutés par an dans l'industrie chimique que nous avons connu dans les années 89 et 90 est élevé et qu'il ne sera pas facile à retrouver.

La Fédération Gay-Lussac estime que ces prévisions sont peut-être un peu pessimistes et soulignant :

1. qu'à peine 40 % des diplômés des écoles - c'est d'ailleurs bien ce que dit la figure 1 (cf. annexe 2 du rapport) - vont dans les industries rattachées à l'UIC,
2. que des créneaux à fort développement à venir (protection de l'environnement, traitement des effluents et des déchets, mise au point de technologies propres, etc.) nécessiteront l'embauche de nouveaux cadres chimistes ou spécialistes du génie des procédés,
3. que l'enseignement et la recherche vont connaître une pénurie de cadres très forte entre 1994 et 2004,

considère que des flux nationaux de l'ordre de 1 200 pour l'ensemble des débouchés sont aujourd'hui convenables.

Il y a donc globalement accord à quelques nuances près sur les flux et surtout sur une maîtrise concertée en rappelant que le temps de réponse des écoles est inévitablement de 3 ans, période durant laquelle la conjoncture peut se retourner comme on l'a vu récemment. Confrontés aux demandes pressantes 87/89 du gouvernement, les écoles ont augmenté leurs effectifs, cette croissance de diplômés se retrouvant trois ans après face à une forte baisse de la demande que nous espérons tous conjoncturelle.

2. Une offre non adaptée en profils

Le rapport de l'UIC définit les profils d'ingénieurs dont l'industrie chimique estime avoir besoin pour ses différents métiers (tout au moins ceux qui font appel à la chimie et au génie chimique) :

- **Les ingénieurs scientifiques généralistes**, destinés à des tâches mettant en jeu plusieurs domaines de compétence ou tournées vers l'évolution à moyen terme ou débouchant sur des fonctions stratégiques.

- **Les ingénieurs industriels ou d'assistance technique**, exerçant des fonctions de management local, prenant des décisions techniques à court terme, ce qui nécessite la parfaite maîtrise d'une technologie, aussi bien dans ses fondements scientifiques que dans sa mise en œuvre concrète.

- **Les ingénieurs de recherches**, destinés, au moins pour une partie de leur carrière, à des fonctions dans la recherche et le développement.

- **Les ingénieurs issus de la formation permanente.**

Il s'agit là de profils de carrière, même si bien entendu ils ne sont pas sans conséquences sur la formation dont devraient avoir bénéficié ceux qui répondront à ces profils. Ils sont très proches de ceux définis dans le récent rapport du CADAS (Académie des Sciences).

Dans son rapport, l'UIC a donné quelques indications sur les proportions de ces profils telles qu'elles sont souhaitées par des entreprises de tailles diverses :

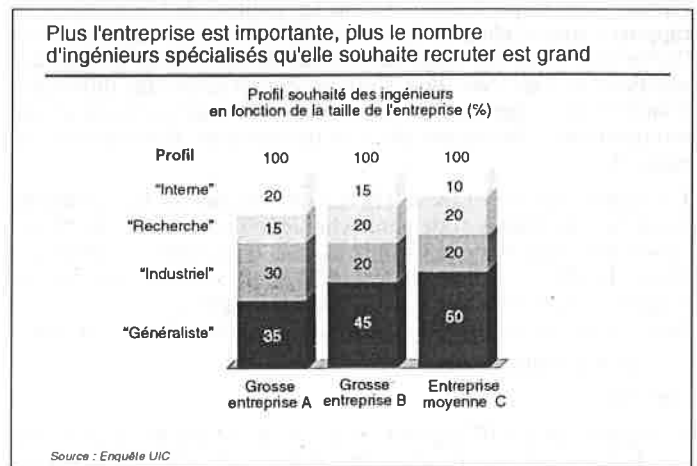


FIGURE 4.

L'UIC tient à préciser que, dans l'esprit des rédacteurs du rapport, outre qu'aucune carrière n'est jamais figée, il n'y a pas de hiérarchie entre ces profils, tous indispensables au bon fonctionnement des entreprises, et qui peuvent tous conduire à d'importantes responsabilités y compris d'ordre hiérarchique. C'est aux entreprises qu'il appartient de les valoriser, en particulier en ce qui concerne le profil industriel dont elles estiment manquer.

En effet, le rapport indique qu'en ce qui concerne les profils d'ingénieurs de recherche et d'ingénieurs généralistes, et sous réserve de diverses améliorations, les écoles de chimie et de génie chimique sont bien adaptées, même si encore trop souvent c'est le hasard des concours et non la motivation pour la chimie

qui conduit les élèves à rentrer dans ces écoles. La situation est toutefois en nette voie d'amélioration, grâce aux efforts de tous et en particulier des directeurs d'écoles.

Par contre, il existe peu d'écoles conduisant directement au profil d'ingénieur industriel, le rapport regrettant qu'un certain nombre d'entre elles ne se soient pas plus intéressées à ce profil. Les professionnels estiment pourtant que les écoles de chimie sont les mieux placées pour satisfaire ce besoin, beaucoup mieux que les IUP dont les études sont trop courtes et les moyens insuffisants.

La précision, donnée par l'UIC, que les profils proposés étaient principalement des profils de carrière est importante, car, pour les directeurs d'écoles, le rapport restait ambigu sur ce point. Une difficulté supplémentaire apparaît dans le cas particulier des ingénieurs chimistes, dont les spécificités de la formation ne sont pas couvertes théoriquement par les écoles généralistes (X, centrale...), écoles qui fournissent à l'industrie chimique, elles aussi, de forts contingents. Faire coïncider ces profils de carrière à des profils de formation n'est pas en pédagogie une mince affaire car on ne peut pas, dès 23 ans, par une formation adaptée, figer une carrière de chercheur, de producteur, de manager... Tous les ingénieurs qui ont fait carrière savent que l'on change de "métier" au moins 3 à 4 fois dans la vie et que l'essentiel est souvent de disposer de bases solides de connaissances et de méthodes de travail qui permettent de s'adapter et de progresser.

La discussion sur les deux grands profils de carrière proposés dans le rapport de l'UIC :

- les ingénieurs généralistes scientifiques et les ingénieurs de recherches s'appuyant sur une formation de base conceptuelle et théorique,

- les ingénieurs industriels et de formation continue s'appuyant sur un savoir-faire technologique,

avait déjà été évoquée lors du colloque sur la formation organisé à Mulhouse par la SFC en novembre 1988 et lors de la réunion de novembre 1991 sous l'égide de la Fédération Gay-Lussac avec 50 DRH de l'industrie. Les conclusions sur ces besoins avaient été quasiment les mêmes, à trois ans d'intervalle :

- une formation généraliste en chimie assortie de spécialisations légères, inférieures à 200 h de cursus,

- une proportion d'environ 30 % d'ingénieurs docteurs plus spécialisés en recherche et développement.

Les directeurs d'écoles pensent qu'il reste vrai que des spécialités plus technologiques ou techniques tournant très grossièrement autour du concept "ingénieur de process" ou "ingénieur système" devraient être mieux couvertes à l'intérieur de notre dispositif éducatif. Il est juste aussi de dire, comme le souligne le rapport de l'UIC, qu'il faut que les industries offrent effectivement des carrières motivantes correspondant à ce concept. Les directeurs d'écoles l'ont dit lors de colloques où on faisait le reproche à nos jeunes diplômés de se détourner des carrières de production, en soulignant la responsabilité des managers des grands groupes, qui ont depuis heureusement reconnu cette nécessité. La non valorisation des carrières de production était un problème de management intérieur des groupes et non de formation.

Les recommandations de l'UIC sur l'insuffisance de formation en chimie dans les écoles de génie chimique et à l'inverse sur le manque de connaissances en génie chimique dans les écoles de chimie semblent montrer que, malgré une évolution forte dans ce sens au cours des dernières années, celle-ci n'est pas encore perçue favorablement. Il n'en reste pas moins vrai que, sur ces points, les écoles sont nettement différenciées et qu'en formant des spécialistes on fait des choix incontournables dans les programmes.

L'UIC préconise également les initiations à la gestion de production, la sécurité chimique, l'analyse, la chimie physique appliquée aux technologies. Les formations complémentaires : qualité, relations humaines, communication... sont aussi citées. Les directeurs d'écoles sont globalement d'accord avec ces propositions, nombre de ces domaines figurent déjà dans les formations et sont traités parfois largement dans les programmes et horaires.

Une critique apparaissant dans le rapport de l'UIC, et sur laquelle les directeurs d'écoles ne sont pas d'accord, est celle qui porte sur l'insuffisance de l'ouverture internationale de leurs établissements : on semble ignorer les efforts et les réalisations de toutes les écoles, notamment celles de Lille, Lyon, Montpellier, Mulhouse dans les programmes d'échanges ; on semble oublier que la seule école d'ingénieurs internationale et trilingue est une école de chimie (Strasbourg) et que le président de la Commission des relations internationales de la CDEFI (organisme qui rassemble les directeurs de toutes les écoles d'ingénieurs) est un directeur d'école de chimie (Clermont-Ferrand).

Reste l'idée de pouvoir proposer, dans certaines écoles, lors de la 3^e année (ou après le 3^e semestre), des enseignements plus ciblés dans des créneaux reconnus nationalement ou internationalement, soutenus par une recherche conséquente. Ce sont des atouts que les écoles sont décidées à partager et à mieux utiliser en réseau, en *faisant savoir* ce qu'elles *savent faire*, en proposant les échanges d'étudiants dans des accords bilatéraux nationaux et internationaux bien identifiés. Le renforcement du réseau "Gay-Lussac" et les possibilités d'échanges sont à l'ordre du jour du prochain séminaire de février de la Fédération.

3. Une réforme en profondeur de l'enseignement

Sur ce chapitre, l'UIC précise tout d'abord que les diplômes récemment mis en place par l'Éducation nationale (IUP), et qui visent essentiellement à former plus rapidement davantage d'ingénieurs, ne répondent pas aux besoins de la profession. C'est à l'intérieur du dispositif actuel qu'elle préconise de chercher la solution aux deux types de problèmes qui la préoccupent :

- l'absence de valorisation de la "filrière chimie" vis-à-vis des éléments de valeur désirant devenir ingénieurs,

- les insuffisances du système de formation actuel des ingénieurs chimistes et de génie chimique.

A ses yeux il est nécessaire que la filière chimie puisse s'appuyer sur un certain nombre (la mention "de l'ordre de cinq" indiquée en renvoi dans le rapport est purement indicative) de "pôles" d'enseignement et de recherche pluridisciplinaires plus importants et plus visibles tant sur le plan national qu'au plan international, qui attireraient plus d'éléments à haut potentiel dont les meilleurs auraient davantage vocation qu'actuellement à accéder aux postes de tout premier plan de l'industrie, et se substitueraient pour partie à des ingénieurs issus d'écoles non chimiques.

Les autres écoles, dont la profession n'envisage pas un instant qu'elles disparaissent (mais souhaite, par contre, qu'elles développent des liens étroits avec les pôles), auraient un rôle important tant au plan régional que national, et pourraient en particulier développer en dernière année, comme c'est déjà le cas pour certaines d'entre elles, des spécialités fortes susceptibles de leur donner un grand renom dans des domaines précis. Il faut, à cet égard, absolument éviter que, dans les écoles, et notamment en raison d'effets de mode, tout le monde fasse à peu près la même chose partout (ce qui n'est déjà plus le cas actuellement).

Ces propositions sur l'enseignement des écoles s'accompagnent, dans ce rapport de l'UIC, de préconisations claires sur l'évolution des cycles préparatoires à l'entrée dans les écoles, et notamment sur la mise en place d'une filière à véritable contenu expérimental dans les classes préparatoires aux grandes écoles et de classes préparatoires intégrées.

Certains des aspects qui viennent d'être évoqués ont suscité des réactions de la part des directeurs d'écoles. Ceci paraît tout à fait normal, et devrait contribuer à faire avancer la réflexion pour mieux préparer les décisions à prendre, à l'exclusion de toute polémique, qui apparaîtrait d'ailleurs paradoxale.

En effet, l'UIC prend un certain nombre de positions claires et courageuses que n'ont pas pris d'autres secteurs (sur les classes préparatoires, sur les IUP) et de larges accords sont obtenus sur de nombreux points. Sensibilisés par les attaques dont les écoles d'ingénieurs avaient récemment fait l'objet, les directeurs constataient avec plaisir que l'UIC les soutenait sur certains points mais

paraissait revenir sur une idée de 1975-1977, que d'aucuns avaient déjà connue, et que l'expérience 80/88 avait démenti : celle que seuls devaient subsister 5 écoles, ce qui scellait la disparition à terme de toutes les autres. Sur ce point, les assurances de l'UIC font disparaître une partie des craintes des écoles, issues, sans doute, d'une lecture trop rapide du rapport, mais justifient la présentation des positions des deux organisations - UIC et FGL - dans cette note rédigée en commun.

Les points sur lesquels l'UIC et la FGL sont d'accord et qui sont les plus importants :

- la valorisation de la filière chimie auprès de jeunes candidats. L'UIC, la SCL, la SFC et les écoles marchent la main dans la main pour l'organisation de conférences dans les lycées, des forums et des olympiades de la chimie,
- la réforme des CPGE avec la mise en place d'une filière physique-chimie expérimentale ainsi que celle d'une voie parallèle intégrée (nous y travaillons ensemble),
- la réaffirmation de la nécessité, quels que soient les profils recherchés, d'une formation longue et la non-adoption d'une filière dévalorisée à Bac + 4 de type IUP,
- la coordination nécessaire et impérative entre écoles, l'organisation en réseau et l'objectif de renforcement de la Fédération Gay-Lussac,
- la pénurie d'enseignants (... et de bons), problème majeur de notre prochaine décennie.

En ce qui concerne les arguments de taille et masse critiques pour 3 à 5 grands pôles nationaux, qui ont déjà fait l'objet d'études et de communications de la part de la Fédération Gay-Lussac, celle-ci redit que :

- les économies d'échelles restent marginales,
- l'important pour la qualité reste le taux d'encadrement,
- les établissements restent à dimension humaine,
- les formations en chimie ont l'avantage d'être bien réparties sur le territoire,
- enfin, les rattachements à d'importantes universités scientifiques permettent d'atteindre les tailles critiques et la rentabilisation du matériel mi-lourd.

Les écoles sont favorables à des rapprochements locaux quand les synergies sont réellement positives, et à la constitution de pôles régionaux multidisciplinaires. Certaines écoles (et pas seulement à Lyon), l'ont déjà fait.

Mais les directeurs attirent l'attention de l'industrie sur les dangers d'un dispositif à deux ensembles, prévoyant quelques écoles privilégiées à dominante "conceptuelle", les autres étant plus technologiques, dans le cadre d'un système universitaire français qui s'accommode mal de deux évidences :

- l'enseignement technique et l'enseignement humaniste ou conceptuel ont des noblesses équivalentes (alors que la culture française considère l'enseignement technique comme un enseignement de seconde zone),
- il est néfaste de distinguer une formation élitiste et conceptuelle à la recherche et une autre formation, hiérarchiquement plus faible, technologique, à la production.

Comme c'est le cas dans la conception humboldtienne de l'université allemande (qui a fait ses preuves), il est important que l'ingénieur de fabrication ait eu un contact avec la recherche et puisse en comprendre les structures de pensée, et il est tout aussi important qu'un ingénieur de conception ou de recherche et développement ait en tête les contraintes et les règles économiques de la production et du management. L'UIC souscrit volontiers à cette affirmation.

Faire de la réputation internationale une question de taille, n'est évidemment pas ni pour la FGL, ni pour l'UIC un critère absolu, les contre-exemples étant multiples.

Les écoles de chimie et de génie chimique sont comparables à de grosses UFR d'université. Elles entretiennent des collaborations fortes avec les centres de recherches du CNRS ou universitaires

et disposent d'infrastructures comparables à celles d'un institut universitaire étranger. Elles participent efficacement aux activités de transferts technologiques des divers organismes implantés dans les régions, avec lesquels elles ont parfois des liens structurels. Il ne semble pas que la situation en Allemagne soit fondamentalement différente.

Comme le recommande l'UIC, les écoles de la FGL sont d'accord pour mieux coordonner leurs spécialités et options de 3^e année, sans pour autant aboutir à des écoles trop spécialisées dans un secteur industriel étroit et par conséquent trop sensibles à des crises dans ce secteur. L'UIC souligne, toutefois, que les spécialités évoquées dans le rapport sont essentiellement transversales.

Les directeurs soulignent, aussi, que c'est la présence d'enseignants chercheurs et d'équipes dynamiques et reconnues qui induit un centre de recherche fort (génie chimique, matériaux, membranes, pharmacochimie...) qui peut créer à son tour une spécificité optionnelle en 3^e année en s'appuyant sur un fort potentiel de recherche. C'est ainsi que les grands pôles de génie chimique de Nancy et de Toulouse ne se sont confortés que sur plusieurs décennies.

4. Conclusions et recommandations sur quatre axes

Le rapport de l'UIC s'achève sur des recommandations selon quatre axes :

- **La maîtrise des flux.** Pas d'augmentation rapide du nombre d'étudiants dans les écoles, pas de nouvelles créations de formations d'ingénieurs en chimie ou génie chimique sans concertation nationale avec la profession, pas d'UIP dans ces spécialités.
- **L'adaptation du recrutement,** avec une rénovation de classes préparatoires généralistes (création d'une filière à contenu expérimental et programme de mathématiques adapté aux besoins) et des concours (simplification, introduction de correctifs dont entretiens, etc.), ainsi que mise en place, après une phase de rodage, de classes préparatoires intégrées.
- **La différenciation de la politique d'enseignement,** avec le développement de quelques pôles de formation et de recherche pluridisciplinaires forts et une orientation prioritaire des autres écoles vers la formation d'ingénieurs à profil industriel et vers une spécialisation en 3^e année dans certains domaines, avec un renforcement de l'enseignement de la technologie et du génie chimique et une bonne intégration tant au plan régional que dans un réseau "Chimie" national.
- **La résolution du problème de la pénurie d'enseignants,** en utilisant mieux toutes les compétences et en particulier les ressources du monde industriel.

L'UIC et la FGL sont bien en accord sur trois de ces axes et travaillent et continueront à travailler ensemble mieux encore dans ces domaines :

- la maîtrise des flux,
- l'amélioration du recrutement,
- attirer et mieux former des enseignants en chimie et génie chimique.

La FGL attire l'attention sur les dangers inévitables qu'il y aurait à décréter une différenciation hiérarchique entre 5 pôles et les autres écoles. En fait, les directeurs d'écoles unis dans la FGL acceptent et vivent la concurrence entre écoles depuis des années. Les hiérarchies s'instaurent, évoluent, vivent, ... Les entreprises continueront à faire leur choix, mais pensent qu'il faut mieux y réfléchir, leurs ressources, comme celles de l'État, n'étant pas illimitées.

Par contre, les directeurs d'écoles œuvrent dans le sens proposé par l'UIC lorsqu'ils insistent sur la nécessité de mieux travailler en réseau, de muscler leurs collaborations et de rechercher des regroupements locaux. La demande, parfois formulée aux écoles par de hauts responsables d'entreprises, d'améliorer leur productivité et de se restructurer comme l'a fait l'industrie chimique depuis plus de 10 ans est un argument que les directeurs enten-

dent bien en rappelant cependant que, en huit ans d'évolution, les écoles forment près du double d'ingénieurs avec des effectifs enseignants qui ont quasi stagné.

Ce qui frappe souvent les anciens élèves, revenant dans certaines écoles, c'est l'évolution sur le fond et sur la forme des établissements. Et, d'ailleurs, si dans au moins cinq régions, l'État et les collectivités vont agrandir, rebâtir, rénover les écoles de chimie (et sans demander de financement direct à l'industrie), c'est parce que localement elles constituent des noyaux dynamiques, rassembleurs, imaginatifs, élargissant leur compétence.

Les difficultés économiques actuelles ne doivent pas conduire au pessimisme et au repli des formations. La chimie est un atout

pour l'Europe et ses perspectives à moyen et long terme sont bonnes. L'avenir de nos entreprises passe par la formation.

Qu'attendent les directeurs de la profession ? Des informations claires sur leurs besoins, des idées de diversifications, des conseils d'ouverture, de liaison et de synchronisation en réseau. Des encouragements et, si possible, pas seulement moraux pour des initiatives qu'ils jugent positives. De la même façon, les professionnels attendent du système éducatif qu'il soit attentif aux besoins qu'ils expriment, même s'ils le font dans des schémas de pensée qui ne sont pas ceux des professionnels de l'éducation qu'ils ne prétendent pas être. De la discussion et d'initiatives communes naîtront des adaptations progressives, qui iront dans le bon sens.



NEUE SCHWEIZERISCHE
CHEMISCHE GESELLSCHAFT
Verlag Helvetica Chimica Acta
Postfach 313, CH-4010 Basel

HELVETICA CHIMICA ACTA

Subscription

Vol. 76, 1993

sFr. 600.- + postage

41.- Europe

sFr. 600.- + postage

78.- Oversea

Still available

Reprinted editions

Vols 1-27 (1918-1944)

Vol. 26 out of print (1943)

Vol. 28 out of print (1945)

Original editions

Vols 29-75 (1946-1992)

Please request our
price list