



L'enseignement de la chimie dans une école d'ingénieurs chimistes en France

Le cas de l'École nationale supérieure de chimie de Lille

Alain Lablache-Combier

Comment former en France, de la façon la plus appropriée, les futurs cadres chimistes dont l'industrie française et européenne va avoir besoin au cours des prochaines décennies¹? C'est une question qui s'est certes posée avec une très grande acuité lorsque fut repensée en 1978-79 la totalité du cursus scolaire de l'ENS Chimie de Lille, mais qui demeure permanente dans l'esprit de tout responsable de la formation d'ingénieurs chimistes. Le problème est complexe car la chimie est une science qui recouvre un domaine très vaste allant de la physique à la biologie en passant par le génie chimique. En effet, il n'y a pas qu'un seul type d'industrie qui embauche des ingénieurs formés par la chimie. Dans une société industrielle donnée, il y a plusieurs types de fonctions qui requièrent des ingénieurs connaissant (de) la chimie et, au cours de sa carrière, un ingénieur, même chimiste, est souvent amené à exercer plusieurs métiers différents. Il n'y a donc pas une réponse évidente ni une réponse unique à la question. La façon de poser cette dernière et d'y répondre est différente en chimie de ce qu'elle est dans d'autres secteurs d'activité, en mécanique, électricité, électronique, agronomie... Ceci est dû à ce qu'est la chimie, aux besoins en chimistes de l'industrie française, mais aussi aux très faibles connaissances qu'a en

Catalyse homogène par voie électrochimique, URA CNRS 402, équipe A. Mortreux et F. Petit. Cl. Studio Princesse, Lille.

chimie la majorité des élèves au moment d'intégrer une école d'ingénieurs chimistes.

L'ENSEIGNEMENT DE LA CHIMIE DANS LES LYCÉES FRANÇAIS ET SES CONSÉQUENCES DANS LES ÉCOLES DE CHIMIE

Cela peut surprendre *a priori*, mais, comme le fait remarquer François Mathey dans le rapport de la mission de réflexion sur l'enseignement de la chimie remis en juin 1989 au ministre de l'Éducation nationale, il y a une grande analogie « conceptuelle » entre la chimie et les mathématiques. « *Comme les mathématiques, la chimie crée, pour l'essentiel, son objet d'étude. Plus de 90 % des substances étudiées par les chimistes sont effectivement totalement inexistantes dans la nature... Par ailleurs, comme les mathématiques, la chimie a dû, pour progresser, se doter d'un langage. Ce langage à base d'idéogrammes complexes, dont la construction obéit à des règles rigoureuses, permet aux chimistes de représenter dans l'espace à deux dimensions les structures à trois dimensions qu'ils construisent. Ce langage a les caractéristiques de tous les langages. Il est commun à tous les chimistes. Les personnes qui ne le " parlent " pas ne peuvent comprendre les problèmes chimiques. Il ne sert pas seulement à transmettre des informations mais aussi à faire progresser la discipline à travers les concepts nouveaux qu'il permet d'exprimer.* »

Pourtant si la chimie est « *un art de la construction, un langage conceptuel* », c'est aussi et avant tout une science expérimentale. C'est peut-être la raison pour laquelle elle est en France peu et mal enseignée au niveau du secondaire et des classes préparatoires. Ce n'est pas une matière « noble ». Par tradition, l'enseignement français privilégie l'abstrait par rapport au concret. La part de l'expérimental dans l'enseignement étant extrêmement réduite, quand elle existe, la chimie n'est perçue par les élèves des lycées français que comme une annexe secondaire de la physique. De plus, la majorité des enseignants de chimie ayant reçu une formation beaucoup plus axée sur la physique que sur la chimie partage ce sentiment.

La mauvaise image de marque de la chimie – je ne veux pas parler des problèmes écologiques, mais de ceux ayant trait à la perception de la chimie en tant que science à part entière – est propre à la France. Ce sentiment qu'elle n'a qu'une faible valeur intellectuelle n'est pas du tout partagé en Allemagne, en Angleterre, en Belgique, en Hollande, aux États-Unis, au Japon... Dans ces pays, l'expérimental a autant de valeur que le théorique. Ceci se traduit au niveau de la façon dont la chimie y est enseignée dans les lycées – elle l'est autant à partir de l'expérience que de la théorie – et de la quantité de chimie enseignée. La chimie y est perçue comme une discipline à part entière au même titre que les mathématiques, la physique ou la biologie.

Lorsqu'un élève intègre une école de chimie à partir d'une classe préparatoire, il le fait souvent par dépit et non par goût. Ce manque initial d'attrait, pour ce qui va devenir

sa discipline de base, ne facilite pas le premier contact avec son école. Les connaissances qu'ont en physique et surtout en mathématiques les anciens taupins sont très nettement supérieures à celles qu'ils auront pour la majorité d'entre eux à utiliser pendant leurs études et pendant leur carrière. Par contre, leur bagage chimique est très faible, le travail expérimental leur est étranger. C'est la raison pour laquelle la première année dans une école de chimie est, le plus souvent, une immersion quasi totale dans le monde de la chimie. Il faut à l'ancien taupin un temps d'adaptation. Lui, à qui l'on a appris à sacrifier les théories, doit se convaincre qu'elles n'ont d'intérêt que si elles sont conformes à l'expérience. Lui, qui partait d'une théorie pour aller vers l'application, rentre dans un monde où la théorie naît le plus souvent de l'expérience. C'est une véritable mutation intellectuelle qu'il doit faire. Certains la font bien. Passé un certain temps pendant lequel ils sont décontenancés, ils rentrent en plein dans le bain « chimique ». D'autres ont plus de mal à s'adapter. Certains n'y arrivent pas. Toutefois, il est très encourageant de constater qu'au cours des toutes dernières années non seulement le niveau moyen des étudiants admis aux différents concours permettant d'intégrer à partir d'une math. spé. une école de chimie a considérablement augmenté, mais que très peu d'élèves rentrant aujourd'hui dans une école de chimie le font vraiment par dépit, même si cela n'était pas leur premier choix et si leurs connaissances restent faibles.

Les écoles de chimie se différencient des écoles d'ingénieurs relevant des autres domaines dits « des sciences de l'ingénieur » par le fait qu'un nombre important – il peut atteindre 30 % d'élèves qui sont admis en première année – ne viennent pas d'une classe préparatoire. Certains élèves intègrent une école de chimie par concours à partir d'un DEUG, ou sur titres après analyse de leur dossier pour les titulaires d'un DUT ou d'un BTS. Des maîtres ès-sciences sont admis en petit nombre, sur titres, en deuxième année. Si le niveau moyen des titulaires d'un DEUG varie considérablement d'un élève à l'autre, celui des titulaires d'un DUT ou d'un BTS est en général bon. Ces élèves, par opposition à un pourcentage non négligeable de leurs camarades issus des taupes, sont heureux d'intégrer une école de chimie. Les connaissances en chimie, l'aptitude au travail expérimental des titulaires d'un DUT ou d'un BTS sont élevées. En revanche, leur bagage en mathématiques est relativement restreint. Compte tenu de leur motivation et de leurs qualités intellectuelles, ils sont capables d'acquérir rapidement les connaissances mathématiques qui leur manquent pour suivre les enseignements d'une école de chimie. A Lille, ils rentrent trois semaines avant les anciens taupins pour des cours de mise à niveau en thermodynamique, mécanique quantique, mathématiques « ciblées ».

QU'ATTEND-ON D'UN INGÉNIEUR EN FRANCE ?

Cas particulier de la chimie

Avant de savoir comment faire des ingénieurs, il faut définir le type d'ingénieur à faire.

La réponse donnée par les écoles de chimie à cette question n'est pas identique à celle des écoles d'ingénieurs dites « généralistes ». Si l'on admet que la somme des connaissances que peut acquérir en trois ans d'école un élève ingénieur est constante, celles-ci peuvent être acquises dans une discipline donnée ou au contraire étendues à un domaine très large dans lequel la part d'une science spécifique devient mineure.

Dans l'esprit de beaucoup, le vrai ingénieur, celui qui fait un travail noble, est le manager et non le scientifique ou le technicien. C'est effectivement souvent aujourd'hui dans les divisions financières ou commerciales, dans les états-majors parisiens, dans les cabinets de conseil et d'audit que les ingénieurs font les carrières les plus brillantes, et non dans les secteurs techniques, qu'ils soient de recherche, de conception ou de production.

La Commission des titres d'ingénieurs (CTI) a émis récemment des « recommandations » relatives à l'enseignement dans les écoles d'ingénieurs de toutes les disciplines ne relevant pas des « sciences dures »². Des colloques traitant de la communication, des sciences économiques et de gestion, du management, du marketing, de la créativité sont périodiquement organisés par la Conférence des grandes écoles, le Comité national pour le développement des grandes écoles (CNGE), des associations d'anciens élèves ou d'autres associations du même type. Suivre à la lettre les directives de la CTI et les conclusions de ces colloques reviendrait à ne plus enseigner de mécanique aux futurs ingénieurs mécaniciens, d'électronique aux futurs ingénieurs électroniciens, de chimie aux futurs ingénieurs chimistes. Cette tendance bien française, qui consiste à n'avoir que du dédain pour le technique et le concret, est suivie par un nombre non négligeable de ce qu'il est convenu d'appeler « les Grandes Écoles ». Le difficile, l'important est d'intégrer une telle grande école. Une fois la chose faite, l'individu est *ipso facto* membre d'une élite, d'une classe d'excellence. Ce qu'il va apprendre à l'école ne présente que peu d'importance, pourvu qu'il développe sa personnalité et surtout qu'il acquière les réflexes, les modes de pensée, d'expression et de comportement de son nouveau groupe. Cette description est certes quelque peu caricaturale, mais c'est bien une « tendance ».

Les écoles de chimie persistent, elles, à vouloir former des ingénieurs connaissant avant tout la chimie. Elles ont choisi de mettre dans la coupe plus de glace que de crème chantilly, alors que la tentation est forte de céder aux sirènes du conformisme en diminuant considérablement la part des matières scientifiques et chimiques au profit de celles relevant de la « culture d'ingénieur ».

Pourquoi les écoles de chimie continuent-elles à avoir cette attitude « réactionnaire » ? Tout d'abord parce que la chimie ne s'invente pas. Ce n'est pas parce que l'on a de solides connaissances en mathématiques que l'on devient sans effort un spécialiste de la synthèse organique, de la catalyse homogène ou de la chimie du solide. Ensuite parce que l'industrie a besoin, donc cherche à recruter, des individus connaissant de la chimie. Cela est dû justement à ce que la chimie est une science spécifique où la part de l'expérience est importante.

Les industries allemande, anglaise, américaine, japonaise ne sont pas moins performantes que l'industrie française. Pourtant il manque aux cadres scientifiques et techniques de ces pays la fameuse culture extra « sciences dures » que s'emploient à donner les grandes écoles « généralistes » françaises. La formation dans les autres grands pays industriels est très pointue, alors qu'en France, pour l'élite des ingénieurs, elle est très large. Dans ces autres pays, les spécialistes collaborent entre eux, et ils savent le faire concrètement et efficacement, chacun ayant une compétence forte dans son secteur. En France, un « bon » ingénieur doit être compétent en tout. La couche de crème chantilly qu'il a fallu mettre sur sa culture scientifique et technique de base, et qui en diminue d'autant l'épaisseur, l'aidera certes à appréhender certains problèmes rencontrés dans son atelier, son usine, sa société, mais dans les cas les plus défavorables elle ne sera qu'un vernis qui l'illusionne lui-même. La juxtaposition de tels ingénieurs ne permet d'obtenir par sommation une compétence technique élevée ni dans un domaine précis, ni dans un ensemble de secteurs d'activités.

Les industries relevant de l'ensemble des secteurs de la chimie et de la parachimie sont presque toutes aujourd'hui de taille internationale. Elles doivent toutes pour survivre être des leaders mondiaux dans chacun de leurs domaines d'activité. De ce fait, les industries chimiques et parachimiques françaises, pour pouvoir être concurrentielles avec leurs homologues étrangères, se doivent d'avoir, comme leurs concurrents, des spécialistes qui soient dans leur domaine d'un très haut niveau (aussi bien en recherche qu'en développement, en production qu'en assistance technique aux utilisateurs). Ceci veut dire qu'elles se doivent d'avoir des cadres réellement compétents en particulier dans les diverses sous-disciplines de la chimie. Précisons que parmi les cadres embauchés par les industries chimiques françaises, environ 40 % sont chimistes de formation. Les autres proviennent d'écoles généralistes, d'écoles scientifiques relevant d'autres sciences (mécanique, informatique, électronique, biologie, pharmacie...), d'écoles de commerce et de gestion. De façon similaire, moins de la moitié des diplômés des écoles de chimie vont dans l'industrie chimique *stricto sensu*. Les autres sont embauchés par des sociétés très diverses, au premier rang desquelles se trouvent les sociétés de parachimie qui ont besoin de façon « secondaire » de chimistes, mais qui les veulent très compétents.

En résumé, l'industrie française, et pas seulement l'industrie chimique au sens étroit de ce terme, a besoin de cadres – en France on les dénomme ingénieurs – ayant de solides connaissances en chimie.

CHIMIE – GÉNIE CHIMIQUE

Le cas de la France par rapport à d'autres pays industrialisés

Comment les écoles de chimie, à qui il revient de former la majorité de ces cadres chimiques, s'y prennent-elles pour le faire ?

Avant de répondre à cette question, il faut bien préciser ce que l'on entend par chimie, définir dans ce mot quelle est la part de la « science » et celle de l'industrie, quelle est celle de la conception d'un produit, d'un matériau, et celle de la mise au point d'un procédé, puis de son exploitation. En schématisant, on peut considérer que l'aspect conception d'une molécule, d'un produit, relève de la chimie prise au sens étroit du terme, que ce qui tient à sa fabrication industrielle relève du « génie chimique » quelquefois appelé « génie des procédés ». En Angleterre, aux États-Unis, au Japon, la chimie et le génie chimique relèvent de deux secteurs différents : la chimie s'enseigne dans des facultés « scientifiques », le « Chemical Engineering » dans des facultés d'*engineering*. Les recouvrements sont rares. La science chimique n'est pas plus unitaire que ne l'est la biologie. En Angleterre, aux USA, les départements de chimie proprement dits sont distincts des départements « Polymers », des départements « Metallurgy, Material Sciences ». Si, pour nous Français, la métallurgie relève bien à la fois de la mécanique, de la physique et de la chimie, nous considérons que la physico-chimie macromoléculaire fait partie intégrante de la chimie. Par contre, la mise en œuvre des polymères et la physique du matériau macromoléculaire sont des sous-disciplines, pour la première proche de la mécanique, pour la seconde faisant partie intégrante de la physique du solide.

En France, la distinction entre chimie et génie chimique existe. Le génie chimique est enseigné comme discipline principale dans des établissements comme l'Institut de génie chimique de Toulouse, l'ENS des industries chimiques de Nancy, le département génie chimique de l'université de technologie de Compiègne, soit en « option » dans des écoles généralistes où la chimie, en tant que telle, n'est pratiquement pas abordée par les élèves, telles que l'École centrale de Paris, l'École des mines de Paris, l'IDN de Lille. A quelques exceptions près, pendant longtemps, les écoles de chimie focalisaient leur enseignement sur la chimie *stricto sensu*. Cette situation a évolué au cours de la dernière décennie. Toutes les écoles de chimie délivrent maintenant un enseignement de génie chimique allant suivant les cas d'une initiation à une réelle formation.

L'industrie a besoin d'un nombre important d'ingénieurs ayant de solides connaissances en chimie, capables de mettre au point un pilote, de travailler en usine, de faire de l'assistance à la clientèle ou même du commerce. Il n'est pas possible pour faire tourner les usines de faire abstraction des réactions qui se passent dans les réacteurs ni de la nature des produits qui circulent dans les tuyaux. L'ingénieur responsable d'un atelier doit savoir non seulement calculer une colonne, réparer une vanne ou une pompe, améliorer l'automatisation de son unité, mais aussi savoir faire face à l'emballage d'une réaction (c'est comme cela que de la dioxine s'est formée à Seveso), donc savoir comment elle se passe.

En France cet ingénieur doit donc être à la fois « généraliste » et chimiste. En Allemagne ou en Angleterre, ce sont souvent deux personnes qui gèrent un atelier, l'une étant spécialisée en génie chimique, l'autre en chimie. En France cet ingénieur est issu soit d'une école de « généra-

liste » ou de « génie chimique », et il a donc dû acquérir des notions de chimie, soit d'une école de chimie et, s'il ne les avait pas au départ, il a dû acquérir les connaissances en mécanique, électrotechnique, génie chimique, automatisation, qui lui sont indispensables pour remplir sa mission.

Les écoles de chimie françaises sont donc contraintes de donner à leurs élèves une culture beaucoup plus large que celle qui est donnée dans les autres grands pays industrialisés. Formation large implique absence de connaissances approfondies dans quelque sous-discipline que ce soit. Chaque école de chimie cherche à trouver les combinaisons qui lui paraissent les meilleures, compte tenu de ses moyens propres, de son environnement, et de ce qu'elle considère comme sa vocation. Toutes ont bien sûr la chimie sous tous ses aspects comme champ d'action, mais toutes sont obligées, étant donné l'approche française du « profil » que doit avoir un ingénieur, d'agréer la formation qu'elles délivrent de notions de gestion, de marketing, de communication...

Pour beaucoup, les écoles de chimie sont des écoles « spécialisées ». Pour les chimistes, et par comparaison avec ce qui se passe au-delà des frontières, elles délivrent un enseignement très varié et étendu, en un mot très général.

LE CAS DE L'ENS DE CHIMIE DE LILLE

Historique des écoles de chimie, la situation en 1978

Comment se situe l'école de chimie de Lille dans le contexte des écoles de chimie françaises ? Quels furent ses problèmes, quelle fut son évolution au cours de la dernière décennie, quels sont ses projets ?

Comme la quasi-totalité des autres ENSI – écoles nationales supérieures d'ingénieurs – l'ENSCL fut tout d'abord un institut de faculté. L'ENSCL fut créée au sein de la faculté des sciences de Lille en 1891. La première promotion obtint son diplôme en 1894. Elle demeura institut de faculté jusqu'à la création des ENSI en 1953. Jusqu'en 1968, ces ENSI étaient des parties intégrantes des facultés des sciences. Les distinctions entre les départements de chimie et les écoles de chimie furent longtemps faibles, sinon nulles, au niveau des personnels tant enseignants qu'« ATOS » et des laboratoires de recherche. Elles existaient au niveau des élèves. Ceux des écoles passaient par un filtre sélectif, alors que tout bachelier pouvait, comme il le peut aujourd'hui, suivre les cours de première année de la faculté de son choix. Pour les ENSI de chimie – exception faite de l'ENSIC de Nancy qui recrute depuis longtemps par le concours « taupe » – le recrutement s'est fait de la fin de la guerre à l'année 1964 sur des concours de niveau MPC, le plus souvent propres à chaque école. La scolarité globale, de trois ans jusqu'à la fin de la guerre de 1940-1945, est passée à quatre ans quand furent créées après la guerre les propédeutiques, puis à cinq ans en 1964 quand furent instaurés les concours de niveau math. spé. qui sont ceux encore en vigueur aujourd'hui. Jusqu'en 1969, les élèves des écoles de chimie suivaient pour l'essentiel les mêmes cours que leurs camarades inscrits uniquement en faculté des sciences, et ils passaient les

certificats de licence correspondants. Leurs horaires étaient déjà nettement plus chargés que ceux des étudiants de licence : ils faisaient nettement plus de TP qui leur étaient souvent spécifiques. Ils suivaient des cours supplémentaires dont le volume et l'intérêt variaient suivant les cas.

La séparation entre les écoles de chimie et les unités d'enseignement et de recherche, UER, de chimie des toutes nouvelles universités intervint à la suite des événements de 1968. Alors que les facultés des sciences furent le siège, comme les autres facultés, de turbulences révolutionnaires, les écoles d'ingénieurs ne firent pas grève ou très peu. Dans la majorité des cas, les élèves de ces écoles passèrent leurs examens de juin 1968 dans des conditions « presque normales ». C'est la raison pour laquelle, séparant le bon grain de l'ivraie, le gouvernement de Maurice Couve de Murville sortit les ENSI, les IUT, dont les premiers avaient été créés très peu auparavant (1967), ainsi que les facultés de médecine du champ d'application de la loi d'orientation d'Edgar Faure (Loi 68.978 du 12 novembre 1968). Les ENS chimie de Lille, de Paris, de Strasbourg, de Montpellier, de Mulhouse, de Bordeaux devinrent des EPCSC (établissement public à caractère scientifique et culturel) rattachés à une université – elle-même EPCSC. D'autres écoles ou instituts devinrent, comme les IUT, des UER « dérogatoires » d'une université (les ENS chimie de Caen, de Clermont-Ferrand, de Rennes et de Besançon), ou des « cellules » d'un INP (ENSIC Nancy, ENS de chimie et institut de génie chimique de Toulouse). Les écoles d'ingénieurs obtinrent une réelle autonomie par rapport aux facultés des sciences auxquelles elles étaient intimement liées jusqu'alors. Les facultés des sciences devinrent, elles, des parties d'une université. Dans beaucoup de villes, l'adoption de cette nouvelle législation eut pour conséquence la séparation nette des ENSI du reste des départements correspondants, qui devinrent, quant à eux, des UER. Dans nombre de cas, les directeurs des écoles, véritables « petits chefs », firent tout pour se créer leur propre baronnie.

Les ENSI n'avaient pas été conçues jusqu'alors pour vivre en autarcie. Peu d'entre elles avaient une masse critique, que ce soit en équipement, en locaux, en personnel enseignant ou surtout en recherche. Les conséquences du repliement des ENSI sur elles-mêmes, préjudiciables aux UER des universités, ne furent généralement pas bénéfiques, bien au contraire, aux ENSI. Ce furent d'ailleurs elles qui, le plus souvent, en souffrirent le plus. C'est dans ce contexte que survint après la guerre du Kippour d'octobre 1973 la récession des années 1974-1980. Elle toucha de plein fouet les industries chimiques, parachimiques, métallurgiques, en particulier françaises.

L'expansion qu'avait connue l'économie depuis la fin de la guerre permettait aux industriels de ne pas faire de grands efforts pour s'approvisionner à bas prix, pour vendre leurs produits, pour gagner de l'argent. Le choc fut particulièrement brutal dans la chimie et la métallurgie. Ces deux industries ne retrouveront d'ailleurs une bonne santé qu'au prix de très lourds sacrifices et qu'après un temps très long de plus de dix ans. Les industries chimiques, pétrolières, parachimiques, métallurgiques, mirent en pré-retraite une partie très importante de leur person-

nel, qu'il s'agisse d'ouvriers, de cadres de maîtrise, d'ingénieurs ou de directeurs. Au plus fort de la crise, l'embauche des ingénieurs chimistes fraîchement diplômés par les sociétés qui les recrutaient de façon « naturelle » jusque-là devint très restreinte. Ce furent les sociétés d'informatique, en pleine expansion et ne trouvant pas sur le marché de spécialistes dans leur discipline – car on n'en formait que très peu à l'époque – qui, embauchant un nombre important d'ingénieurs chimistes, évitèrent que ceux-ci restent sans emploi.

En 1977-1978, certains responsables des sociétés chimiques, alarmés par la différence entre le nombre de nouveaux jeunes recevant chaque année un diplôme d'ingénieur chimiste et les besoins de l'industrie française (hors informatique) tels qu'ils pouvaient les percevoir, envisagèrent de réformer en profondeur le système des écoles de chimie françaises : l'Union des industries chimiques (UIC) proposa alors au ministre des Universités de l'époque, Mme Alice Saunié-Seité, de réduire à trois puis à cinq le nombre des écoles de chimie françaises. Les autres écoles de chimie publiques et privées étaient appelées, tant dans l'esprit du ministre des Universités que des dirigeants de l'UIC, à disparaître. C'est d'ailleurs ce qu'il advint de l'école de chimie de Besançon et, dans une certaine mesure, de celle de Caen, qui fusionna avec l'école d'électronique. (Dans le fruit de leur union qu'est l'ISMRA, institut des sciences de la matière et du rayonnement de Caen, la part de la chimie est très restreinte.)

Simultanément, la Commission des titres d'ingénieur passa au crible l'ensemble des écoles de chimie. Il ressortit d'une façon globale de son analyse que les écoles de chimie n'avaient rien gagné, du point de vue de leur potentiel et de la qualité des enseignements qu'elles délivraient, de leur séparation avec le reste de la chimie des ex-facultés des sciences. Dans certains cas le niveau de l'école prêtait à la critique.

Parmi les écoles qui étaient menacées, aucune n'avait vu venir le coup. L'orage avait éclaté dans un ciel serein, la foudre tombait sans préavis. L'école de chimie de Lille était une de celles dont l'existence était très fortement mise en cause. Le rapport fait sur elle au début de 1978 par les membres de la Commission des titres mettait en évidence plusieurs aspects négatifs tels que l'auto-recrutement des enseignants, le repliement sur soi ou la non-coordination de certains des enseignements.

La réforme des études en 1979

L'école de chimie de Lille doit sa survie à la volonté de celui qui était à ce moment le président de son conseil d'administration, M. Roger Loison, ingénieur général des Mines, alors directeur général de CdF chimie, et à celle du président de l'université des sciences et techniques de Lille de l'époque, M. Michel Migeon. M. Loison considérait que l'industrie chimique du nord de la France avait besoin d'avoir une école de chimie à Lille, M. Migeon que son université avait tout à perdre si son école de chimie disparaissait. Sous leur impulsion, au début de 1978, le conseil d'administration de l'ENSCL réfléchit aux orientations nouvelles qui lui paraissaient souhaitables pour

l'école. Il lui apparut que s'il se formait en France un nombre important de jeunes diplômés connaissant correctement la science chimique, peu étaient réellement préparés à assumer les fonctions d'ingénieur dans une usine chimique. Le directeur en fonction lors de cette crise ne souhaitant pas voir son mandat reconduit, l'auteur de cet article, soutenu par le président de l'université puis par celui du conseil d'administration et par le recteur de l'académie de Lille de l'époque, M. Henri Touchard, fut nommé fin 1978 directeur de l'ENSCL. Il prit ses fonctions début janvier 1979 avec pour mission d'appliquer les conclusions du conseil d'administration.

La secousse ayant été violente, une thérapie de choc s'imposait. Elle fut admise par la très grande majorité des partenaires concernés. Ils apportèrent leur soutien actif à sa mise en œuvre. L'opération de « sauvetage » de l'ENSCL pouvait être entreprise dans les meilleures conditions.

La première chose à faire, pour sortir l'ENSCL de l'ornière dans laquelle elle était enlisée, était d'abattre les murs qu'elle avait érigés au cours des dix dernières années entre elle et l'université des sciences et techniques de Lille et de la faire profiter du potentiel très important, en enseignement et en recherche, de cette université.

Le président de l'université de Lille I accepta, dès août 1979, d'associer certains laboratoires de recherche de l'UER de chimie à l'ENSCL, le mot association étant pris dans le même sens que l'association d'un laboratoire universitaire au CNRS. La majorité de ces laboratoires étaient et sont encore également associés au CNRS. Ces laboratoires sont depuis lors les laboratoires « supports » de l'école au même titre que le sont les laboratoires « propres » à l'école. Aujourd'hui la recherche à l'ENSCL est très fortement imbriquée dans celle de l'université. Les enseignants chercheurs et les chercheurs de l'école ont de plein droit accès aux divers services du Centre commun de mesures de l'université. L'ENSCL a participé au financement de plusieurs d'entre eux. Les enseignants chercheurs récemment nommés à l'école font leur recherche aussi bien dans l'un des laboratoires « propres » à l'école que dans l'un des laboratoires qui lui sont associés. *Vice versa*, des personnes en poste à l'université font leurs recherches dans les locaux de l'école. Tous les laboratoires « propres » à l'école sont laboratoires d'accueil de l'un des DEA de l'université.

Du fait de cette association, le potentiel de recherche « global » de l'école est très élevé et, sans commune mesure, supérieur à ce qu'il serait si l'école avait continué à vivre en autarcie. Cette association a permis que soit recréé à Lille un laboratoire performant en métallurgie. Aujourd'hui, l'ensemble des laboratoires propres et associés à l'école couvre une grande partie du domaine de la chimie. Les jeunes ingénieurs peuvent de ce fait faire des thèses dans la sous-discipline chimique de leur choix. L'association à l'école de ces laboratoires a entraîné *ipso facto* des interactions au niveau de l'enseignement, particulièrement dans les disciplines « spécialisées ».

La première chose que fit le nouveau directeur, début 1979, fut de discuter avec des responsables industriels pour se faire une idée précise de ce que l'industrie attendait d'un ingénieur chimiste, en dehors du secteur de recherche qu'il lui était facile d'appréhender compte tenu

de ses activités universitaires. L'accueil qu'il reçut aussi bien des ingénieurs de base que des directeurs qu'il consulta fut chaleureux. Certains de ses interlocuteurs étaient un peu étonnés de sa démarche, car il n'est pas courant que l'on remette entièrement à plat l'enseignement délivré dans une école.

L'idée de former des « gadzarts de la chimie » parut à tous excellente. Elle correspondait à un besoin identifié par tous et permettait aussi à l'ENSCL de se démarquer des autres écoles de chimie. Elle cherchait ainsi à se situer à mi-chemin entre une école de chimie classique et une école de génie chimique.

A la suite de discussions avec des industriels de la métallurgie, il ressortit que cette industrie aurait tôt ou tard de nouveaux besoins d'ingénieurs connaissant de la chimie – pratiquement plus aucune école de chimie n'en formait – et que le besoin d'un laboratoire de recherche en métallurgie se faisait de nouveau sentir à Lille. Faisant un pari sur l'avenir de la métallurgie française et régionale, le directeur de l'école décida d'introduire de la métallurgie-chimie du solide en seconde année, et de le faire de façon conséquente. Il voulut que les élèves de l'ENSCL aient de réelles compétences dans cette discipline.

La structure des enseignements prenait corps. La première année était, et est encore, consacrée à la chimie fondamentale. Le volume de l'enseignement de chimie de la première année correspond à celui d'une licence augmenté de la moitié de celui d'une maîtrise. Les TP, quinze heures par semaine (trois séances de cinq heures), sont des TP « classiques » au cours desquels les élèves apprennent les rudiments de la chimie, acquièrent les réflexes de base de tout chimiste. C'est une immersion totale dans la chimie. Depuis la mise en place de cette réforme des études, la première année de l'école de chimie de Lille est très chargée puisque les élèves suivent – sur trente-deux semaines – un enseignement hebdomadaire, TP compris, de trente-sept heures et demie. Pour être admis dans l'année supérieure, ou en troisième année pour obtenir son diplôme, chaque élève doit obtenir une moyenne générale de 12/20 et aucune note par groupe de matières, correspondant *grosso modo* à un enseignement de trois heures par semaine, inférieure à 7. Il est en outre exigé une moyenne de 10/20 dans les matières scientifiques théoriques. Pourquoi une telle rigueur ? Pour circonscrire à la première année les problèmes scolaires et surtout pour donner au diplôme de l'ENSCL une crédibilité. Cette façon de voir est partagée non seulement par l'ensemble des enseignants, mais également par les industriels qui participent aux différents conseils de l'école. En moyenne, sur dix ans, 10 % des élèves sont exclus de l'école en fin de première année.

La seconde année est orientée vers les aspects appliqués de la chimie. Les élèves admis s'étant adaptés au « moule », les problèmes scolaires qui se posent alors sont marginaux.

La troisième année porte sur la chimie industrielle, le génie chimique, matière qui a déjà été introduite en



deuxième année, en formant l'ossature. La part des TP est toujours importante. Certains sont conçus comme de mini projets.

Qu'en est-il de l'ouverture de nos élèves sur l'extérieur ? Nous cherchons certes à leur donner une formation solide en chimie, mais nous sommes très conscients du fait que de futurs ingénieurs doivent au cours de leurs études se préparer à leur futur métier non pas seulement d'un point de vue scientifique et technique mais aussi culturel et humain.

Chaque année scolaire est suivie d'un stage. A la fin de la première année, c'est un stage d'un minimum d'un mois que doit faire chaque étudiant pendant les vacances d'été. Le même stage en fin de deuxième année doit être au minimum du niveau de technicien supérieur. La troisième année se termine par un stage projet de trois mois en entreprise. Les élèves qui préparent un DEA au cours de leur troisième année – actuellement près de la moitié des élèves passant leur troisième année à Lille en préparent un – font ce stage dans un laboratoire de recherche, qui le plus souvent est universitaire, mais qui peut être industriel. Ces stages donnent lieu à un rapport et, pour le projet de fin d'étude, à un exposé oral en présence du maître de stage.

En deuxième et troisième années, les élèves suivent un enseignement de sciences économiques et de gestion. En troisième année, il consiste en des études de cas réalisées par des groupes d'élèves dont les conclusions sont exposées devant l'ensemble de la promotion. C'est lors de ces séances que sont évoqués les problèmes liés à la législation du travail, au syndicalisme, aux lois Auroux...

Le cours de génie chimique se termine par un enseignement traitant de la faisabilité économique des procédés industriels. Ces enseignements non chimiques ont pour but d'ouvrir l'esprit de nos élèves, d'aiguiser leur curiosité et non de leur donner une compétence réelle dans les secteurs ainsi abordés. Elles doivent être suffisantes pour leur permettre de dialoguer avec des spécialistes et savoir ce qu'ils peuvent attendre d'eux.

Il en va différemment des langues. Nous voulons qu'à sa sortie de l'école chaque jeune ingénieur soit « fluent » en anglais et ait de bonnes connaissances en allemand – et ce quel que soit son niveau dans chacune de ces langues quand il intègre l'école. Pourquoi ? Parce qu'un jeune cadre qui ne parle pas anglais n'est pas embauché, et parce que dans 1/4 à 1/3 des offres d'emploi en chimie la connaissance de l'allemand est explicitement demandée (l'anglais est quasiment toujours exigé). L'enseignement des langues correspond à 10 % du temps d'enseignement suivi par chaque élève et à 20 % de ses notes. Le poids donné à l'anglais et à l'allemand à l'ENSCL est un des points forts de l'école.

La phase suivante fut d'informer les différents partenaires du changement de cap radical que venait de faire l'ENSCL et d'obtenir les moyens financiers nécessaires à la mise en place du nouveau cursus scolaire. Des crédits importants furent débloqués par le conseil régional en 1980-1982. Ils permirent l'aménagement d'un hall de génie chimique, commun à l'ENSCL et à l'IDN, et la création d'un service de TP de métallurgie.

Évolution continue en période normale

La crise était surmontée, ceci ne signifiait pas pour autant et n'implique toujours pas que l'école ne rencontrerait et ne rencontrera pas d'autres difficultés. Il fallait et il faut continuellement rester aux écoutes du monde industriel pour que les ingénieurs formés correspondent le mieux possible aux souhaits de leurs futurs employeurs. Comme il a déjà été souligné, ces souhaits ne sont pas identiques, ils sont même quelquefois contradictoires. Ils sont de toutes façons rarement exprimés clairement. Il appartient à chaque directeur d'école, en accord avec son conseil d'administration, de définir les lignes directrices de l'évolution de son école. Il doit agir comme n'importe quel chef d'entreprise responsable.

Quels faits marquants se sont-ils produits à l'ENSCL depuis sa « remise à niveau » ?

- La création d'un enseignement et d'un laboratoire de recherche en hydrométallurgie : le Douaisis abrite d'importantes usines de métaux non ferreux ; c'est à la demande de nos partenaires industriels que fut demandée en 1981 la création d'un emploi de professeur d'hydrométallurgie.

- L'accentuation de l'orientation génie chimique du cursus scolaire : ceci s'est fait et continue à se faire progressivement – et toujours en liaison avec des industriels. Un laboratoire de recherches de génie chimique a vu le jour en 1986 grâce au soutien actif d'Orkem, de la direction de la recherche du ministère de l'Éducation nationale et de la région Nord - Pas-de-Calais. Par ailleurs, depuis l'année scolaire 1985-1986, les élèves de troisième année de l'ENSCL sont autorisés à suivre le DEA de génie chimique de l'INP de Nancy (ENSIC) ou de l'université technologique de Compiègne.

- Échanges avec des universités étrangères. Savoir une langue est une chose, connaître le mode de vie, de raisonnement, le comportement des citoyens d'un pays en est une autre. C'est la raison pour laquelle depuis 1982 (pour l'University of Manchester Institute of Science and Technology, UMIST) et 1983 (pour la Technische Hochschule d'Aix-la-Chapelle), la direction de l'ENSCL incite certains élèves à passer leur troisième année dans une université d'un pays de langue anglaise ou allemande. Les résultats scolaires obtenus par nos élèves à l'étranger sont, dans la quasi-totalité des cas, excellents.

Le bénéfice principal retiré par nos élèves de leur séjour d'un an à l'étranger n'est pas scientifique. C'est sur leur caractère et leur comportement que l'impact est le plus grand. Ils doivent d'un jour à l'autre, seuls, faire face aux multiples problèmes auxquels ils se trouvent confrontés lors de leur arrivée dans leur nouvelle université. Quand ils reviennent au bout d'un an, ils sont nettement plus matures que leurs camarades restés en France, le plus souvent dans leur cocon. Ils sont même souvent épanouis.

Les méthodes pédagogiques anglaises et allemandes, non identiques entre elles, sont souvent très différentes des françaises. L'étudiant y est très autonome. Chaque système a ses mérites : être formé successivement par l'un puis par l'autre est un facteur certain d'enrichissement personnel. Les employeurs ont vite perçu le « plus » que

constitue pour un élève d'une école d'ingénieurs le fait d'avoir effectué un séjour de longue durée dans une université étrangère. Ces jeunes diplômés sont très recherchés. Près de 40 % des élèves de troisième année de l'ENSCL (28 sur 76 pour l'année scolaire 1990-91) passent la totalité de leur dernière année dans un pays de langue anglaise ou allemande. Nos relations avec les universités des pays de la CEE rentrent dans le cadre du programme Erasmus d'échanges d'étudiants.

La présence à l'école d'étudiants européens est bénéfique pour nos élèves. Elle le sera encore plus quand le nombre de ces étudiants sera du même ordre de grandeur que celui de nos élèves qui passent leur troisième année à l'étranger.

- Création d'options en troisième année : option métallurgie-chimie du solide (créée en 1988) ; option formulation chimique (créée en 1989). Ces options ont été bâties à la suite de nombreux dialogues avec des responsables industriels. De nouvelles options seront créées dans l'avenir s'il apparaît qu'elles correspondent à un besoin clairement identifié par des industriels, donc si elles facilitent l'insertion professionnelles de nos jeunes diplômés.

LA RECHERCHE DANS LES ÉCOLES DE CHIMIE

Peu d'anciens élèves des écoles d'ingénieurs françaises complètent leur formation par une thèse. La chimie occupe une place à part, puisque environ 1/4 des jeunes ingénieurs chimistes font un doctorat. Ce chiffre, élevé dans le contexte français, est ridiculement faible par rapport à l'Allemagne. En chimie, plus de 90 % des étudiants poursuivent leurs études jusqu'au doctorat. En Hollande, en Angleterre, aux USA, au Japon, les perspectives de carrière d'un docteur sont, en chimie, nettement supérieures à celles d'un Bachelor of Science. Le doctorat est reconnu dans le monde comme étant le diplôme le plus élevé.

En France tout particulièrement, où le système scolaire laisse peu de place à l'initiative de l'élève puis de l'étudiant, la préparation d'une thèse est un complément de formation très important. Au cours de sa thèse, le jeune thésard doit développer des qualités d'intuition, d'initiative, d'analyse qu'il a peu eu l'occasion de mettre en valeur au cours de ses études antérieures. De plus, il complète sa formation scientifique et technique.

Dans les disciplines de la chimie qui sont les plus proches de l'application industrielle, comme la métallurgie, les polymères, la catalyse, le génie des procédés, les relations entre les laboratoires universitaires et les laboratoires industriels sont fortes. Dans les disciplines plus en amont, elles le sont souvent moins. La force des écoles de chimie est de disposer en leur sein ou à leur proximité de laboratoires de recherche de qualité et d'avoir comme enseignants des personnes qui font de la recherche. Cela leur permet de rester au contact des réalités et d'avoir des interactions – plus ou moins fortes suivant les cas – avec les milieux industriels. C'est également l'une des voies

privilegiées par lesquelles l'industrie entre et reste en contact avec les écoles d'ingénieurs. En chimie, l'industrie a un impact important sur les laboratoires de recherche universitaire et donc sur ceux des écoles, par le biais des bourses de thèse et des contrats de recherche. C'est au cours de discussions scientifiques entre universitaires et industriels que se formulent le plus souvent les besoins de formation dans des secteurs nouveaux ou peu développés et que sont détectés les changements qui doivent être apportés dans les programmes d'enseignement et même dans les cursus scolaires.

La création des laboratoires de métallurgie, d'hydrométallurgie, de génie chimique, de formulation de l'ENSCL, les fortes interactions entre les laboratoires de recherche de l'école et l'enseignement qui y est délivré – et pas uniquement sous forme de TP – en sont une claire illustration.

QUELLE TAILLE POUR LES ÉCOLES ?

Faut-il lier certaines écoles entre elles par des liens institutionnels ? Ceci est une question ouverte. Une des critiques les plus couramment faites aux écoles de chimie est leur faible taille. Une personne influente dans le monde des écoles d'ingénieurs disait souvent qu'une école d'ingénieurs, pour être viable, devait avoir des promotions d'au moins 150 élèves. Cette affirmation est exacte si l'école vit indépendamment de tout autre établissement. Or la majorité des écoles de chimie, et c'est leur force, vivent en relation étroite avec une université. Elles disposent de ce fait de moyens, tant en enseignement qu'en recherche, sans conteste supérieurs à ceux qu'elles ont en propre.

Il est par ailleurs actuellement souvent dit qu'une école de petite taille ne peut avoir de relations valables avec une université étrangère. Des enquêtes faites périodiquement par certains journaux qui visent à comparer les établissements d'enseignements supérieurs français avec ceux des autres grands pays développés n'ont aucun sens : si en Hollande, en Allemagne, en Angleterre, au Japon, aux États-Unis c'est dans les mêmes universités que l'on rencontre à la fois les meilleurs étudiants de premier et de deuxième cycle, et les meilleurs laboratoires de recherche, en France, le système des grandes écoles fait que les meilleurs élèves de premier cycle sont encore dans les lycées, les meilleurs étudiants de deuxième cycle dans les écoles, mais que c'est, à quelques exceptions près, dans les universités que sont les meilleurs laboratoires de recherche. Certes, une école de chimie n'a pas la taille de la Technische Hochschule d'Aix-la-Chapelle ou de l'UMIST de Manchester, mais quand il s'agit de discuter d'un contrat européen Erasmus d'échanges d'étudiants, ce n'est pas avec le président de l'université que traite le directeur d'une école de chimie française, mais avec le chef du département de chimie, de génie chimique ou de sciences des matériaux de cette université. Ces départements ont des tailles comparables à celles de nos écoles de chimie françaises. Je puis témoigner que la petite taille de l'école de chimie de Lille, par rapport aux universités avec lesquelles elle a contracté, n'a jamais été un obstacle, au

contraire. Le statut de l'ENSCL confère à son directeur une liberté d'action que n'ont pas les chefs de département avec lesquels il discute.

LES PROBLÈMES PRÉSENTS – L'AVENIR

Tout au long de cet article, j'ai essayé de montrer que les interactions entre l'industrie et une école de chimie sont constantes et fortes. Elles n'interviennent pas uniquement au niveau de la direction ou du conseil d'administration, mais de chaque laboratoire de recherche. Elles se manifestent de façon tangible par l'octroi des taxes d'apprentissage sans lesquelles les écoles ne pourraient vivre (à l'ENSCL, la taxe correspond à 50 % du budget hors salaire, hors recherche et hors subventions spécifiques), de l'accueil des élèves en stages, des bourses de thèse et des contrats de recherche, par le fait que certains ingénieurs font des enseignements. Leur concrétisation est l'embauche des jeunes diplômés. Les directeurs des écoles veulent former les ingénieurs les mieux adaptés à ce qui sera leur futur métier. Les besoins de l'industrie évoluent souvent par à-coups ; à des périodes calmes succèdent quelquefois des tempêtes qui sont le plus souvent imprévues. Il nous faut au minimum trois ans pour former un jeune ingénieur, sans compter le temps de son service militaire et de sa thèse s'il en fait une. Nous avons une grande inertie. Pour changer complètement le profil d'un ingénieur, comme cela fut fait à l'ENSCL au début des années 80, il faut près de cinq ans entre le moment où le problème est posé et celui où les premiers ingénieurs formés avec le nouveau cursus arrivent sur le marché du travail. Lorsque l'on veut créer un enseignement nouveau, il faut attendre au minimum deux ou trois ans pour que les premiers diplômés l'ayant suivi arrivent sur le marché du travail. Dans le cas le plus favorable, il s'écoule un an entre la demande de création d'un emploi d'enseignant et la nomination d'une personne dans cet emploi.

Un directeur d'école doit être aux écoutes du monde industriel, mais les décisions qu'il prend sont toujours des paris sur l'avenir.

La situation actuelle de l'embauche des jeunes diplômés est excellente. Elle est tellement bonne que les industriels pour satisfaire à leur besoin de cadres recrutent des diplômés de l'université – ils exigent le plus souvent qu'ils soient docteurs. L'université fonctionne comme réservoir d'appoint. Ce n'est que lorsque le contexte est favorable que l'industrie y fait appel. Cet aspect très positif de la conjoncture a un effet négatif sur le recrutement des enseignants. Si les choses continuent en l'état pendant plusieurs années, cela aura des répercussions graves sur la qualité de la formation délivrée par les universités et par les écoles d'ingénieurs, au moins par celles qui dépendent du ministère de l'Éducation nationale.

Aujourd'hui, dans les secteurs scientifiques ayant des débouchés industriels, la différence de salaire entre l'industrie et l'enseignement public ou le CNRS est telle que pratiquement plus aucun jeune docteur ne veut être candidat à un emploi d'enseignant ou de chercheur au CNRS. Ceci, qui était déjà vrai depuis quelques années en

informatique, automatisme, électronique, gestion, l'est devenu depuis peu en chimie. Il n'en était pas ainsi au cours des années 60. Nous sommes nombreux, diplômés d'une école d'ingénieurs ou titulaires d'un diplôme de pharmacien, à être restés dans l'enseignement supérieur ou au CNRS après notre thèse. Le décalage entre les salaires publics et privés était très inférieur à ce qu'il est actuellement. L'industrie qui n'avait pas encore subi la mutation que lui imposa la crise des années 70 était peu attrayante. Dans l'enseignement supérieur ou le CNRS, les perspectives de carrière étaient excellentes. Aujourd'hui la situation s'est renversée. C'est l'industrie qui offre les perspectives de carrière et de salaire les plus prometteuses, c'est dans l'industrie que les cadres s'épanouissent. Au contraire, le monde académique se sclérose de plus en plus ; les enseignants et les chercheurs, voyant d'année en année leurs conditions de travail se dégrader, leur niveau de vie diminuer, leurs établissements – je parle des universités – se transformer en parkings à chômeurs, considèrent l'avenir sous un jour sombre.

La grande majorité des enseignants a aujourd'hui entre 45 et 55 ans. Ils sont trop âgés pour changer de métier. La plupart d'entre eux vont, dans des conditions difficiles qui n'iront qu'en s'aggravant, continuer à faire leur métier avec la compétence, le zèle et l'abnégation qui sont les leurs.

Mais, puisque aujourd'hui les meilleurs jeunes docteurs fuient l'enseignement supérieur et le CNRS, quelle sera dans vingt ans la qualité du corps enseignant ? Quel sera de ce fait le niveau des jeunes qui seront formés ?

Il se passe aujourd'hui dans l'enseignement supérieur et au CNRS le phénomène qui s'est produit il y a quelques années dans l'enseignement primaire puis dans l'enseignement secondaire. La perte de considération de la fonction d'enseignant liée à la faible rétribution des enseignants et à la dégradation de leurs conditions de travail s'est traduite d'abord par une féminisation, ce qui n'est en soi pas dommageable, puis, lorsque ces professions n'ont plus attiré les femmes, par une « médiocratisation rapide ». Ce qui est vrai pour l'université l'est *ipso facto* pour les écoles dépendant du ministère de l'Éducation nationale puisque le personnel y est de statut universitaire.

Dans l'enseignement supérieur le phénomène est récent. Mais la dégradation de la qualité des enseignements délivrés dans les universités et dans les écoles dépendant du ministère de l'Éducation nationale est inéluctable. Ce ne sont pas les récentes mesures (primes, création de CIES) prises par le ministère qui l'éviteront.

Le monde économique doit en prendre conscience puis faire pression sur les pouvoirs publics pour que des mesures drastiques soient prises pour enrayer ce phénomène. Il ne semble pas que l'on en prenne le chemin, la classe politique étant plus préoccupée par l'accueil d'un nombre toujours plus grand de bacheliers dans les universités que par la formation d'une élite. Si les choses continuent sur leur lancée, cette élite sera formée hors de l'Éducation nationale, soit dans des écoles dépendant du ministère des Armées ou des ministères « techniques », soit dans des écoles privées. Leur statut – privé – n'implique pas obligatoirement qu'elles soient confessionnelles. Il se

crée aujourd'hui, sur le modèle des écoles de commerce, des écoles d'ingénieurs dépendant de chambres de commerce qui sont des chambres consulaires, donc des organismes publics. Dans ces écoles la direction est libre de fixer le montant des frais d'inscription.

L'avenir est rose en ce qui concerne les perspectives de débouchés des futurs diplômés. Il le restera tant que la conjoncture économique restera favorable. Un directeur d'école doit toujours veiller à ce que la formation qu'il donne à ses élèves soit aussi large et aussi générale que possible pour qu'ils soient préparés à l'internationalisation de plus en plus complète de leur industrie, qu'ils puissent s'adapter aux différents métiers qui seront les leurs dans leur carrière, et pour qu'ils puissent faire front à des mutations aussi brutales que celles qu'a connues l'industrie chimique à la fin des années 70 et au début des années 80, si d'aventure il s'en produit au cours de leur vie active. Un directeur d'école doit savoir discerner parmi les nouveautés celles qui ne dureront qu'un temps et, au contraire, celles qui correspondent à une évolution durable d'une technique, voire qui amorcent des révolutions scientifiques et technologiques.

L'avenir est sombre du point de vue des moyens tant matériels qu'humains mis en œuvre par le ministère de l'Éducation nationale pour faire fonctionner ses écoles d'ingénieurs. Si l'industrie veut que continuent à être formés dans ces établissements des ingénieurs de qualité, il faudra qu'elle prenne peu à peu la relève de l'État, qu'elle investisse beaucoup plus qu'elle ne le fait actuellement dans la formation de ses futurs cadres. Il faudra qu'elle passe du rôle de conseiller attentif à celui de réel partenaire.

Notes

1. Un colloque sur la formation des ingénieurs chimistes, « Quelle stratégie pour la France ? », a eu lieu à l'école nationale supérieure de chimie de Mulhouse les 17 et 18 novembre 1988. Ses actes sont parus dans le numéro 5 de septembre-octobre 1989 de *l'Actualité chimique*, revue éditée par la Société française de chimie et la Société de chimie industrielle.

2. Rapport du groupe de travail de la Commission des titres d'ingénieurs sur « L'enseignement de l'économie dans les formations d'ingénieurs. Économie - social et humain - culture industrielle », juin 1987.

3. Rapport du groupe de travail « Innovation-Créativité » du Comité national pour le développement des grandes écoles : *la Créativité, clef de l'excellence... de l'école à l'entreprise*, octobre 1989.