

Table ronde V
Élargir les missions

Louis Cloutier

Professeur, Université Laval, Québec, Canada

Liens universités et entreprises

Il est intéressant de noter qu'au cours des dernières années, plusieurs organismes nord-américains ont cru opportun de se questionner sur l'avenir de la formation des ingénieurs et partant, de leur rôle dans le développement technologique et économique de leurs sociétés.

Leurs préoccupations ne se sont pas seulement limitées au niveau de la formation de premier cycle, ces études ont aussi porté sur la question beaucoup plus générale de la recherche en génie dans les universités.

A tous les niveaux de la formation de l'ingénieur, baccalauréat, maîtrise et doctorat, on reconnaît l'importance de rapidement renforcer le rapprochement amorcé entre l'université et le milieu industriel. Ces Journées Internationales de Technologie, qui ont pour objectif de débattre des nouveaux défis que doivent relever les Écoles d'ingénieurs, sont donc une excellente occasion pour faire le point sur les échanges qui existent déjà, ou ceux qui devraient exister entre ces deux mondes, celui de l'université et celui de l'entreprise, et surtout, une excellente occasion pour chercher à mieux connaître et apprécier nos besoins et objectifs respectifs, de sorte que nous puissions dans un futur immédiat maximiser ces échanges.

Pour que cet environnement se crée de façon efficace et rapide, il devient de plus en plus important que les membres de la haute direction, c'est-à-dire les recteurs d'universités et les présidents de compagnies, apprécient les cultures respectives de leurs établissements, s'engagent directement dans la formulation et la mise en œuvre de politiques reliées à la recherche, et créent des moyens de permettre à leur personnel d'échanger et de collaborer. Notre colloque vient donc à point nommé.

Tout récemment, deux importants organismes du Canada, le Conference Board du

Canada et le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG), unissaient leurs efforts pour la tenue d'un symposium sur les partenariats université-industrie en recherche et développement [1]. Les quelques 175 leaders des milieux universitaire, industriel et gouvernemental présents ont pu explorer les partenariats possibles et les moyens à mettre en œuvre pour les faciliter. On a constaté l'existence d'un écart culturel important entre les deux secteurs, cependant les dirigeants des universités et de l'industrie sont très réceptifs au concept de la collaboration en recherche et développement.

On a reconnu les rôles distincts des deux secteurs qui ne devraient pas changer. On a plutôt recommandé la définition et la reconnaissance de certains objectifs communs qui aideraient les deux secteurs à travailler ensemble.

Ayant jusqu'ici partagé presque également mes quelques années de travail d'abord dans le milieu de l'entreprise, ensuite dans le milieu universitaire, comme professeur en ingénierie, je suis particulièrement sensible à toute cette question. Je suis convaincu de l'urgence d'apporter des changements dans notre façon de former les ingénieurs, au niveau du baccalauréat, de la maîtrise et du doctorat. Je rejoins, dans ce souhait, les auteurs de plusieurs études québécoises et canadiennes.

Au Québec, le Conseil des universités a poursuivi sa réflexion sur l'étude sectorielle qui avait déjà fait l'objet d'un rapport en 1985 [2]. Suite à des consultations auprès des universités, le Conseil a produit un nouveau rapport, en 1992, « Le développement du secteur de l'ingénierie, une mise à jour » [3]. L'Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ), à l'invitation du Conseil des universités, a réuni plusieurs tables de consultation sur ce sujet et a présenté un mémoire avec recommandations, en octobre 1992 [4].

Pendant cette même période, le Conseil canadien des ingénieurs (CCI) et le Comité national des doyens en génie et sciences appliquées (CNDGSA) a complété une étude sur le même sujet : « L'avenir de la formation des ingénieurs au Canada » [5]. Pour sa part, l'Académie canadienne du génie a réuni un groupe de travail qui, en septembre 1993, a présenté le résultat de ses réflexions dans un rapport intitulé « La formation des ingénieurs dans les universités canadiennes » [6].

L'Académie canadienne du génie avait, quelques années auparavant, en 1991, présenté un rapport intitulé : « La recherche en génie dans les universités canadiennes » [7]. Ce rapport ne fut pas remis sur une tablette. Il fut en effet à l'origine d'un atelier national, organisé en avril 1992, par le CRSNG afin de faire le point sur les questions relatives à la recherche en génie. Un rapport, « Tendances 2000, l'avenir du génie au Canada » [8], fut présenté suite à cet atelier.

Cette énumération n'est pas exhaustive. On pourrait mentionner les rapports du ministère de l'Industrie de la Science et de la Technologie du Canada, de l'Association canadienne de la gestion de la recherche, du rapport de la Conférence nationale sur l'avenir du génie organisée conjointement en 1990 par Emploi et immigration Canada, le Bureau canadien des ressources humaines en génie et le CCI et de nombreuses études plus spécifiques touchant plus particulièrement certaines disciplines.

Constat intéressant, plusieurs de ces études ont porté sur la formation de l'ingénieur aux trois cycles (baccalauréat, maîtrise, doctorat). Je reviendrai tantôt à ces études. Les recommandations qu'elles contiennent auront des répercussions sur notre façon de percevoir la formation des ingénieurs et la recherche en génie au Canada. Elles proposent aussi des liens universités-entreprises à forger.

Nous ne vivons pas en vase clos et nos voisins du sud se posaient, pendant cette même période, des questions fort similaires. Vous avez sans doute entendu parler du rapport « Made in America » [9] publié en 1989 par la Commission sur la productivité industrielle mise sur pied par le MIT aux États-Unis. Cette commission avait pour mission de découvrir les faiblesses qui expliqueraient les piètres performances de l'industrie américaine dans le développement des produits. Il y a deux causes qui furent particulièrement bien identifiées :

1. les lacunes dans la formation en design, fabrication et production qui se répercutaient directement dans les industries manufacturières,
2. le peu d'importance accordée au travail d'équipe qui se traduisait par un manque de coopération, les spécialistes se complaisant dans leur petit monde spécialisé...

J'ai lu quelque part qu'un président d'une importante firme japonaise s'était permis la boutade suivante auprès d'un collègue américain : « Aux États-Unis vous avez de merveilleuses équipes d'étoiles, mais je constate toutefois que vos équipes sont souvent perdantes... »

Le rapport du MIT a établi clairement que des coups de barre importants étaient nécessaires, particulièrement au niveau de la formation des ingénieurs, pour redonner une place importante au secteur design/fabrication et au développement de l'esprit d'équipe. On retrouve ces préoccupations dans les études canadiennes.

En août 1992, toujours aux États-Unis, l'Engineering Foundation a tenu une conférence de trois jours à Santa Barbara : « Making an Engineer, Learning from International Comparisons » [10]. Y ont participé, des industriels et des éducateurs provenant du Japon, de l'Allemagne, de l'Angleterre, d'Israël, des États-Unis et du Canada.

Pour résumer le résultat de cette conférence, on peut dire que chaque pays teinte à sa façon son cadre de formation qui est ainsi différent de celui des autres. Cependant, ces systèmes ont un objectif commun, celui de former des ingénieurs qui sauront concevoir, produire et faire le marketing de produits destinés à un marché global. Un autre rapport américain, « A Vision for the Future of US Engineers » [11] publié aussi en 1992 par la National Society of Professional Engineers, prévoit que l'ingénieur américain du 21^e siècle aura une formation de base plus étendue et recherchera des diplômes d'études supérieures plus spécialisés.

Si nous revenions maintenant aux études canadiennes.

Quels messages intéressants ces nombreuses études mentionnées plus haut nous livrent-elles ? Sont-ils divergents ou convergents ? Rejoignent-ils les préoccupations internationales ?

Je vous cite un passage du rapport 1992 du Conseil des universités du Québec [3]: « D'importants changements se préparent au chapitre de la formation initiale en ingénierie à l'échelle de l'Amérique du Nord. Les réformes des programmes s'inspireront d'une définition renouvelée du rôle de l'ingénieur, vu moins comme un scientifique aux connaissances très spécialisées et très fouillées, et plus comme un innovateur, un expert de la synthèse des connaissances scientifiques, techniques et socio-économiques dans le design et la production de biens et de services, dans la gestion des technologies. » Dans le paragraphe suivant le Conseil poursuit en invitant les établissements universitaires à accélérer leurs travaux de révision des programmes de premier cycle pour répondre aux attentes nouvelles formulées à l'endroit des ingénieurs.

A tous les niveaux de la formation de l'ingénieur, baccalauréat, maîtrise et doctorat, on reconnaît dans ces études l'importance de rapidement renforcer le rapprochement amorcé entre l'université et le secteur industriel. Par exemple dans le rapport CCI/CNDGSA [5] on propose plus spécifiquement certains objectifs :

Au niveau du 1^{er} cycle

- Développement de la compétence des étudiants pour le design et la solution de problèmes pratiques.
- Développement des qualités de leadership et de travail d'équipe.
- Contacts avec la pratique du génie.

Au niveau des études supérieures (2^e et 3^e cycle)

- Participation des ingénieurs de l'industrie.

En effet, l'enseignement à temps partiel et la participation à des projets de recherche de gens de l'industrie pourraient contribuer à orienter certains travaux de cycles supérieurs vers des problèmes industriels et faciliter les transferts de technologie.

- La création de programmes spécialisés de maîtrise.

Cette démarche est déjà bien établie chez nous en génie aérospatial. 14 entreprises et 5 universités travaillent conjointement dans ce secteur. Une démarche similaire vient de démarrer en génie logiciel.

- L'augmentation de l'appui financier aux étudiants de cycles supérieurs.

La mise en marche d'un plus grand nombre de projets université/industrie impliquant des étudiants diplômés est possible.

Le rapport CCI/CNDGSA a aussi fait des recommandations concernant le corps professoral. Par exemple, on souhaite voir augmenter le nombre de professeurs ayant une expérience industrielle. On souhaite voir l'affectation provisoire, à l'université, d'ingénieurs de l'industrie plus particulièrement dans les domaines du design et de la recherche appliquée. Finalement, on souhaite que les professeurs d'ingénierie puissent évoluer dans un contexte leur permettant de se tenir au courant des pratiques industrielles.

Ce sont là des objectifs ambitieux, certes, mais il faut relever le défi. Alors seulement nous offrirons aux étudiants ingénieurs l'environnement requis pour bien les préparer à inventer, concevoir et créer des objets, produits ou procédés techniques.

Theodore Von Karman a écrit : « Un scientifique découvre ce qui existe. Un ingénieur crée ce qui n'a jamais existé. » A cet égard, la spéculation scientifique n'est pas nécessairement la meilleure formation pour un ingénieur. Dans un article récent de la revue de l'ASME [12], « Mechanical engineering in the information age », on suggère que les Écoles de génie auraient avantage à prendre exemple sur les Écoles d'architecture et les Écoles de musique qui savent faire vivre à leurs étudiants l'expérience des grands maîtres et ainsi susciter chez eux l'envie et le sens de la création. Si l'on fouillait un peu l'histoire on découvrirait fort probablement que certains grands ingénieurs le sont devenus parce qu'ils avaient reçu une formation de type artistique. Leonard de Vinci [13], ingénieur et architecte, en est un bon exemple.

Nous avons évoqué des actions qui permettraient d'améliorer la formation en génie aux trois cycles. Les liens université/entreprise y occupent une place de choix. Mais qu'en est-il de la recherche en génie qui est l'axe porteur des études supérieures (maîtrise et doctorat) et qui évidemment influence au plus haut point le type d'enseignement dispensé au 1^{er} cycle ?

Le génie et les sciences entretiennent certes des rapports étroits qu'alimentent des besoins et avantages mutuels. Cependant la recherche universitaire en génie, très forte en sciences analytiques, a peut-être été beaucoup trop faible dans les domaines de la synthèse et du design, sûrement influencée par le modèle de la recherche du secteur des sciences.

Le rapport de l'Académie canadienne du génie [7] et le rapport du CRSNG [8] sont assez explicites sur cette question. On recommande aux ingénieurs de mieux définir la recherche en génie. Parmi les premiers principes qui devraient caractériser cette recherche on retrouve :

- une contribution à la résolution de problèmes réels ou potentiels dans la société,
- la satisfaction, de manière rentable et opportune, des besoins de l'utilisateur,
- l'élaboration de principes précis reliés à la conception, la synthèse et l'optimisation de produits et de systèmes,
- un mariage du savoir et de l'expérience,
- un travail mené en équipe.

La recherche en génie, vue dans cette optique, s'approche beaucoup du processus conduisant à l'innovation technologique. En effet, lors d'un colloque traitant de l'innovation technologique j'avais pris soin de noter particulièrement trois commentaires :

- Le modèle linéaire actuel du développement de la technologie et de l'innovation est par trop simpliste. Beaucoup de financement en sciences fondamentales, à l'entrée, ne devrait pas être le seul modèle retenu pour assurer des applications technologiques à la sortie. On peut faire preuve d'un peu plus d'imagination.

- L'innovation technologique est souvent alimentée par les utilisateurs, à l'inverse de ce que l'on pense généralement suivant le modèle chercheur/développeur/utilisateur. On sous-estime trop l'importance des « retours d'expérience ».

- Le succès d'une démarche conduisant à l'innovation est tributaire d'un travail d'équipe.

Ces commentaires, je puis les appliquer directement à la recherche en génie.

En terminant, j'exprime un souhait: le dialogue entre les deux secteurs universités et entreprises s'est amorcé, il ne faut pas que nos différences soient l'aspect principal mis en évidence. Dans le secteur du génie, nous avons beaucoup en commun, il faut miser sur nos collaborations pour développer des relations dans le respect de nos différences.

Références

1. « Symposium sur la R & D, Synergie université-industrie », Toronto, 20-21 septembre 1995, CRSNG et Conference Board du Canada, 255, chemin Smyth, Ottawa, Ontario, Canada, K1H 8M7.
2. « La formation et la recherche dans le secteur de l'ingénierie », Comité pour l'étude sectorielle en génie, Conseil des universités, Québec, avril 1985.
3. « Le développement du secteur de l'ingénierie, une mise à jour », Conseil des universités, Québec, octobre 1992.
4. « Mémoire au Conseil des universités sur l'étude sectorielle en génie », Ordre des ingénieurs du Québec, octobre 1992.
5. « L'avenir de la formation des ingénieurs au Canada », Conseil canadien des ingénieurs et Comité national des doyens en génie et sciences appliquées, octobre 1992 (Conseil canadien des ingénieurs, suite 401, 116 rue Albert, Ottawa, Ontario, K1P 5G3).
6. « La formation des ingénieurs dans les universités canadiennes », Académie canadienne du génie, août 1993 (130, rue Albert, suite 1414, Ottawa, Ontario, K1P 5G4).
7. « La recherche en génie dans les universités canadiennes », Académie canadienne du génie, août 1991.
8. « Tendances 2000, l'avenir du génie au Canada », CRSNG, avril 1992 (Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, 200, rue Kent, Ottawa, Ontario, K1A 1H5).

9. « Made in America : Regaining the Productive Edge », Massachusetts Institute of Technology Commission, 1989. M.I.T. Press.
10. « Making an Engineer : Learning from International Comparisons », Special Issue, Vol. 9, Number 1, 1993, The International Journal of Engineering Education.
11. « A Vision for the Future of US Engineers », Report of the 2000 Task Force, National Society of Professional Engineers Annual Meeting, USA, July 1991.
12. « Mechanical Engineering in the Information Age », Mechanical Engineering, Vol. 119, N° 12, Dec. 1995, pp. 66-70, the American Society of Mechanical Engineers, New York, USA.
13. « Léonard de Vinci, ingénieur et architecte », Musée des beaux-arts de Montréal, 1987.

Michel Troquet

Directeur de l'Institut des Sciences de l'Ingénieur de Clermont-Ferrand (CUST) France

Président du Réseau EIFFEL (EUDIL-ISIM-CUST)

La multidisciplinarité, base du croisement des réseaux et source d'innovation dans un contexte international de développement

RÉSUMÉ

Pour répondre aux défis du développement mondial, la formation des ingénieurs et des techniciens doit être globale : scientifique, technologique et humaine, afin de l'ancrer profondément dans la société et la rendre ainsi capable de répondre aux besoins exprimés ou latents. Le contenu de la formation, aussi pertinent soit-il, n'est pas le seul critère de qualité, il faut qu'il s'exprime dans un cadre renouvelé. L'institution de formation doit être une structure ouverte, et s'inscrire dans une multitude de réseaux dont elle constitue un nœud privilégié pour la mise en relation d'acteurs qui ne se seraient pas rencontrés sans elle. Les flux d'informations, provenant de plusieurs champs disciplinaires et de secteurs économiques et culturels différents, créent les conditions favorables de l'innovation et du progrès social. La méthode retenue consiste à coupler la formation initiale et continue, le transfert de technologie, la recherche-développement dans un même souci de globalité.

INTRODUCTION

Les VI^{es} Journées Internationales de Technologie s'inscrivent, sans doute pour la première fois, dans un contexte de mutations profondes des systèmes économiques. Face à ces bouleversements, les structures nationales de formation sont soumises à de très fortes demandes de la jeunesse, de l'économie et des pouvoirs publics. L'explosion démographique du nombre d'étudiants ne simplifie pas le problème, bien au contraire ! Les récents événements de France, par exemple, ont bien mis en évidence les contradictions du système éducatif longtemps réservé à des minorités dans les pays développés. À l'aube du XXI^e siècle, les missions de l'Enseignement supérieur doivent être repensées globalement, certains pays ont déjà beaucoup progressé. La pratique française est singulière, parce que unique au monde. Elle est très imprégnée de son

histoire, vieille de plus de deux siècles, c'est une richesse, mais aussi une pesanteur que des expériences nouvelles essaient de lever ici et là dans le domaine de la formation technologique supérieure et qui portent en elles des réponses aux défis du futur.

1. LES DÉFIS DU XXI^e SIÈCLE

Une étude récente de l'UNESCO (1) relève six tendances lourdes à l'échelle internationale qui concernent directement l'Enseignement supérieur, ce sont : la **démocratisation** avec l'avancée régulière des forces démocratiques dans le monde, la **mondialisation** de l'économie, la **régionalisation** du développement culturel et économique, mais aussi la **polarisation** des inégalités à l'échelle mondiale régionale et nationale, la **marginalisation** d'un certain nombre de pays et la **fragmentation** des tissus sociaux.

Ces données concernent tous les pays avec des différences d'intensité et de prise de conscience, elles remettent en cause les critères de développement basés sur la seule croissance économique.

Ainsi, le premier Rapport mondial sur le développement humain publié en 1990 (2) proposait d'utiliser un nouvel indice : l'Indicateur du développement humain (IDM). Cet indice composite comprend trois éléments : l'espérance de vie, le niveau d'éducation et le Produit Intérieur Brut (PIB), il est régulièrement adapté et remis à jour. Le Rapport 1995 (3) a étudié 174 pays et insiste particulièrement sur « *l'égalité des sexes sans laquelle aucun progrès n'est possible* ».

La croissance économique au travers du PIB n'est plus le seul facteur permettant d'apprécier le niveau d'un pays et ses potentialités de développement. La présence de l'éducation et la santé témoignent que le « *développement doit être centré sur les personnes* » (3). Si « *la croissance n'est pas l'objectif ultime du développement, l'absence de croissance signifie la fin du développement* » (3). Voilà bien le rôle central de l'éducation : assurer le bien-être des personnes et créer les conditions économiques du progrès social. Et c'est bien évidemment le problème de l'emploi qui est posé, le modèle classique de la croissance économique n'a pas réussi à créer suffisamment d'emplois. Dans plusieurs grandes régions du monde, le rythme de cette croissance est plus rapide que celui de la création d'emplois. Le Rapport mondial chiffre à 35 millions le nombre de chômeurs dans les pays industrialisés alors qu'il faudrait créer 1 milliard d'emplois dans les pays en développement au cours des dix prochaines années. Le défi de l'emploi pose le problème de la croissance économique qui doit réintroduire l'homme comme objet central.

Si les systèmes éducatifs n'ont pas comme rôle direct la création d'emplois, ils doivent contribuer à la construction de cette nouvelle croissance.

2. CROISSANCE ET ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

Le premier constat que l'on doit faire est le formidable développement de la formation dans toutes les régions du monde ces trente dernières années.

Les taux d'inscription dans l'enseignement supérieur ont quadruplé dans le Sud-Est asiatique et le Pacifique, ils passent de 6 % à 27 % en Amérique latine, ils sont supérieurs à 65 % en Amérique du Nord, ils sont aujourd'hui de 50 % en France et dans nombre de pays européens. Cette prodigieuse démocratisation ne va pas sans poser des problèmes « *Aujourd'hui, même avec un diplôme de l'Enseignement supérieur, nul n'est à l'abri du chômage* » note le rapport du Commissariat général du Plan, Education et Formation (4).

Ce « *désajustement* » (4) est bien évidemment dû au manque général d'emplois, avec comme corollaire la précarisation de plus en plus prononcée des jeunes non qualifiés par cette dévalorisation du diplôme, dans un marché de l'emploi dominé par la demande. Si Blaise PASCAL pouvait dire avec raison dans les Pensées « *La chose la plus importante à toute la vie est le choix du métier* », on comprend le désarroi de la jeunesse de ne pas pouvoir accéder à ce choix.

Cette situation conduit les jeunes à s'orienter dans leurs études supérieures avec d'autres motivations que le métier : l'aspect culturel de l'enseignement universitaire devient prépondérant pour beaucoup. Cette orientation est favorisée par l'existence de deux systèmes : un système ouvert qui accueille tous les étudiants et un système fermé très sélectif censé former à des métiers : techniciens, médecins, ingénieurs... (5).

La France a consacré beaucoup d'énergie et d'imagination pour développer son système fermé d'enseignement supérieur, cette voie « *ne peut résoudre le problème de l'adéquation entre les parcours de formation initiale et les emplois* » (4) tout simplement parce que la nature des emplois évolue beaucoup trop vite. **Cette nouvelle donne doit être prise en considération dans la construction des cursus de formation initiale et impose la mise en place d'une véritable politique de formation continue.**

Pourquoi les pays industrialisés ont-ils des difficultés à lier la croissance à la formation ? Sans doute parce que ce lien n'est pas direct mais qu'il est une combinaison complexe où interviennent en plus, la recherche, l'information technologique, l'organisation sociale, et les rapports entre les entreprises et les établissements de formation (4).

L'examen des taux de chômage des jeunes montre que certains pays réussissent mieux que d'autres cette combinaison subtile. Les conditions historiques et culturelles

y sont pour beaucoup. Si la formation n'est plus capable de dynamiser la croissance c'est aussi que cette dernière a changé de nature. La notion même est moins utilisée : « *Nous n'avons non plus une préoccupation pour la croissance mais pour la **compétitivité*** » nous dit Alain TOURAINE en ajoutant : « *Nous ne sommes plus dans une société de production, nous sommes dans une société de **marché*** » (6).

Cette dimension du marché à l'échelle mondiale est un élément majeur qui remet en cause les fondements même de l'économie des pays industrialisés et force est de constater que la réactivité des sociétés et des systèmes de formation n'est pas assez vive.

Bien sûr, il faut développer l'innovation technologique, mais l'innovation pour nous formateurs, doit être également pédagogique, sociale, afin de créer les conditions d'un renouveau de la croissance pour « un développement humain durable » (1).

3. LES FORMATIONS SUPÉRIEURES TECHNOLOGIQUES

De nombreuses études ont été conduites pour améliorer les systèmes nationaux de formation. L'examen critique conduit à de nombreuses propositions.

L'UNESCO (1) préconise « *le renforcement du contenu interdisciplinaire et pluridisciplinaire des études* » en soulignant l'exigence de qualité pour « *une université prévoyante et agissante* ».

Nous retiendrons pour l'EUROPE un souci de « *diversification des formations* » (7) et un besoin affirmé « *d'ingénieurs ayant reçu des formations mixtes associant connaissances scientifiques et études économiques et commerciales ou en communication* » (8) qui rejoint nettement les préoccupations de marché d'Alain TOURAINE. La Suède par exemple, dans ses « *conclusions et propositions pour l'action pour la formation des ingénieurs pour le XXI^e siècle* » (9), insiste sur le développement de la recherche technologique, la qualité de l'enseignement et son internationalisation.

La situation de la France est très complexe de par l'existence d'un système dual constitué des Grandes Écoles, qui assument traditionnellement la formation des ingénieurs, et des universités qui professionnalisent de plus en plus les enseignements dans le souci de répondre à la demande sociale et de valoriser les résultats de la recherche.

Il faut rappeler brièvement qu'il existe aujourd'hui en France quatre types d'écoles, selon la classification du CEFI¹ (10), issus d'une longue évolution historique :

- Les établissements qui recrutent sur le programme des Classes préparatoires aux Grandes Écoles (CPGE) - 110 écoles.

- Les établissements qui recrutent au niveau du baccalauréat -50 écoles.
- Les établissements qui recrutent parmi les titulaires d'un diplôme de niveau Bac + 2, sur dossier : DEUG², DUT³, BTS⁴, CPGE⁵ - 42 écoles.
- Et enfin les Nouvelles formations d'ingénieurs (NFI) - 25 écoles.

Cette classification en croise une autre : celle qui distingue les autorités de tutelle de ces écoles :

- Écoles publiques qui dépendent du ministère de l'Éducation nationale, elles se répartissent sur les quatre groupes précédents.
- Écoles publiques qui relèvent d'un ministère technique : Défense, Industrie, Agriculture, Postes et Télécommunications,...
- Écoles privées qui sont liées à des branches professionnelles ou des Chambres de commerce et d'industrie, ou même encore à des sociétés à but lucratif.

Il faut savoir que l'initiative de la création d'Écoles a été le plus souvent le fait du secteur privé et des ministères techniques. Grâce au développement récent du troisième groupe d'écoles dans les universités françaises, le ministère de l'Éducation nationale représente le groupe le plus important et a ainsi l'opportunité d'impulser des réformes hardies pour répondre aux nombreuses critiques de notre système de sélection pour la formation des élites (11-12 - 13).

4. L'EXPÉRIENCE DES ÉCOLES DU RÉSEAU EIFFEL

4.1 Historique et philosophie du Réseau

La création des Formations universitaires d'ingénieurs en 1969, deuxième rupture avec le modèle dominant français après la création de l'INSA⁶ en 1957, avait trois objectifs :

- ouvrir les universités au monde de l'entreprise et à la professionnalisation,
- diversifier les profils de formation des ingénieurs par l'introduction, entre autres, de la recherche et des sciences humaines dans les cursus,
- augmenter les flux d'ingénieurs à une époque où l'économie était confrontée au manque de diplômés.

Les trois premières expériences françaises se sont déroulées à Lille, Clermont-Ferrand et Montpellier. Elles se sont regroupées en Réseau en 1989, lors de leur XX^e anniversaire.

Le Réseau EIFFEL compte aujourd'hui parmi les grands réseaux d'Écoles d'ingénieurs existants (14). Avec 700 diplômés par an, nous approchons les regroupements les plus prestigieux : Centrale, ENSAM⁷, INSA,...

Notre expérience de plus de vingt-cinq années est aujourd'hui confortée par les évolutions de l'emploi et de l'organisation du travail (15).

L'ère du moule unique du système de formation est dépassée. A l'origine du développement industriel de notre pays, les Écoles d'ingénieurs sont restées trop longtemps calquées sur les modèles tayloriens d'organisation des entreprises et se sont souvent refermées sur elles-mêmes (15). Les formations ne peuvent plus être conçues comme de simples apprentissages de connaissances. Lorsque l'on interroge les entreprises, toutes nous demandent de former des personnalités (16). Les élèves eux-mêmes n'acceptent plus d'être ensevelis sous un flot de connaissances et souhaitent participer davantage à leur formation. Il y a donc convergence de l'attente de nos « clients ».

Comment répondre à cette attente ?

La première étape de la formation est le recrutement, si l'UNESCO (1) insiste sur la **qualité** des étudiants, nous ajoutons la notion de **diversité**. Le Réseau EIFFEL a construit un recrutement commun sur trois viviers différents en proportion équivalente :

- les premiers cycles universitaires qui assurent une formation générale de haut niveau ;
- les Instituts universitaires de technologie qui préparent au métier de technicien supérieur et délivrent une formation toujours très actualisée ;
- les Classes préparatoires aux Grandes Écoles qui privilégient les aptitudes à l'abstraction.

Il s'agit là de notre **première spécificité**.

C'est avec ce recrutement, où l'entretien est très important, que nous construisons nos enseignements par une pédagogie adaptée en insistant non pas sur un standard de formation, mais plutôt sur l'individualisation des parcours des élèves ingénieurs.

Pour une meilleure compréhension, seule la structure du CUST sera détaillée. On retrouvera avec des nuances les mêmes caractéristiques dans les deux autres écoles du Réseau : l'EUDIL⁸ à Lille et l'ISIM⁹ à Montpellier.

4.2 La structure pédagogique du CUST

Le CUST forme des ingénieurs dans cinq départements : Génie biologique, Génie civil, Génie électrique, Génie mathématique et modélisation, Génie physique.

Le CUST, par son recrutement diversifié, par sa pluridisciplinarité, par ses avancées dans le domaine de la formation humaine, renoue avec une tradition de formation humaniste seule apte à appréhender les champs de complexité de la société moderne. Nous tenons compte pour chaque élève « de ce qu'il sait, mais aussi de ce qu'il est, et de ce qu'il a fait auparavant » (11) c'est-à-dire de ses compétences mais aussi de ses goûts qui vont s'exprimer pendant la scolarité dans l'Institut et se concrétiser par des choix, en particulier dans la dernière année du cycle d'études.

4.2.1 Les trois composantes de l'enseignement

Dès l'origine, les enseignements du CUST se répartissent en trois composantes : sciences fondamentales, technologies, sciences sociales et communication. L'ingénieur devant rassembler l'ensemble de ces compétences pour l'exercice de son métier, il n'y a pas compensation des notes obtenues dans chacune de ces composantes : l'élève doit obtenir la moyenne dans chacune d'elles. Cette condition garantit l'équilibre des enseignements et les crédibilise aux yeux des élèves.

On perçoit mieux aujourd'hui l'importance de cette disposition à l'heure où les qualités humaines de l'ingénieur sont prépondérantes dans les nouvelles organisations des entreprises.

4.2.2 Un nouvel enseignement de tronc commun

Doté de cinq départements de formation, le CUST pouvait craindre des effets centrifuges négatifs et une balkanisation des enseignements.

Conscients de cet écueil, nous avons mis en place dès la rentrée 1994 un tronc commun d'une durée effective de six mois répartie sur la première année. Le choix de cette durée limitée est un bon compromis entre une formation de base nécessaire à l'ingénieur et une formation approfondie à un métier dans un secteur industriel correspondant au projet personnel de l'élève.

Les deux années d'expériences nous confortent dans nos choix. Sans avoir bradé nos départements, nous avons ajouté un socle de formation générale qui accroît l'ouverture de nos élèves, crée des relations entre eux au-delà des différentes disciplines et cimente la vie associative déjà riche.

4.2.3 L'approfondissement de la formation humaine

En 1989, nous avons créé un enseignement optionnel de troisième année : le Séminaire de management des ressources humaines.

Une grande entreprise nationale, EDF-GDF, souhaitait voir se développer au sein des Écoles d'ingénieurs une formation destinée à donner aux futurs cadres des éléments de repérage dans l'entreprise, en ce qui concerne les relations humaines. Nos interlocuteurs voulaient, entre autres, lutter contre l'idée reçue que, dans ce domaine, les apprentissages se font au début de la carrière. Il s'agit donc pour nous de former les élèves à une approche pluridisciplinaire de la complexité du fonctionnement des organisations.

A la suite du séminaire qui fait appel à des professionnels chargés de parler de leur pratique, illustrée d'études de cas concrets, les élèves ingénieurs ont la possibilité, au cours de leur stage, de réaliser une étude dans ce domaine. Cette étude, conduite parallèlement au stage technique, consiste en un travail d'observation et d'analyse. L'interprétation des résultats est utilisée par le séminaire dans un processus de recherche-action, comme le souhaitaient nos partenaires (17).

4.2.4 Une pédagogie par projet, une formation par la recherche (18)

Recrutement diversifié, enseignement pluridisciplinaire, pour que ces deux spécificités soient pleinement valorisées, il faut concrétiser par une mise en pratique simultanément à l'acquisition des connaissances : ce qui doit être visé par l'enseignement moderne c'est l'**adaptabilité**. Cette qualité nécessite la bonne utilisation des savoirs, mais également la faculté d'acquérir rapidement de nouvelles connaissances. Le projet est alors l'outil de choix qui permet d'atteindre cet objectif et de le dépasser. Nous pratiquons cette pédagogie avec des groupes d'étudiants variables selon les départements, le plus souvent sur des projets proposés par des entreprises et en collaboration avec les laboratoires de recherche.

Les élèves disposent d'un encadrement flexible selon les thèmes abordés : certains approfondissements peuvent être apportés sous forme de cours en fonction des besoins. Tous les aspects sont traités : scientifiques, techniques mais également économiques et humains.

La méthode a un rendement optimal lorsque les équipes d'élèves sont constituées à partir de leurs origines différentes, ce qui favorise la mutualisation de la formation par transfert horizontal de connaissances entre les acteurs.

Nous avons pu réaliser, par exemple, un prototype de fabrication de poudres métalliques en collaboration avec les Aciéries AUBERT & DUVAL et le laboratoire de Métallurgie de l'Université. Ce projet, qui a nécessité un investissement de plusieurs millions de francs, a vu se succéder plusieurs groupes d'élèves qui ont pu compléter leurs connaissances dans des domaines aussi variés que la cryogénie, les plasmas, l'ultra-vide, l'automatique...

La réalisation de certains projets nés du croisement de différents réseaux nous a permis d'impulser une véritable action de recherche-développement et de réaliser un travail en profondeur sur le secteur des PME-PMI¹⁰ régional.

Indépendamment de ces projets, chaque élève aura à traiter, en dernière année, un sujet de recherche dans un laboratoire de l'Université. Chaque fois que l'opportunité existe, les élèves s'occupent également du financement de ces projets par des entreprises et/ou par des organismes d'État.

4.3 La recherche-développement

La recherche est un terrain d'élection pour le développement des relations École-Entreprise. Notre situation dans l'Université nous confère une responsabilité particulière dans ce domaine. Nous assurons un rôle d'interface entre les entreprises et l'Université et participons à des opérations de transfert de technologie qui peuvent être assurées directement au CUST, par exemple dans quatre domaines de compétences acquis au travers de notre pédagogie par projet : la métallurgie des poudres, les traitements de surface, le comportement mécanique des matériaux, la croissance végétale, ou traitées dans les laboratoires de l'Université.

Le thème de la croissance végétale est exemplaire de notre pratique en recherche-développement. Son origine remonte à une collaboration avec le CEA¹¹ par l'intermédiaire de stagiaires. Dans un deuxième temps, l'équipe de projet du département de Génie physique a pris en charge la réalisation d'enceintes automatiques d'étude de la croissance végétale miniaturisées. Le MRT¹², la Manufacture Michelin, le Groupe Limagrain, Matra Espace sont devenus des partenaires. Aujourd'hui, nous disposons d'outils que nous pouvons mettre à la disposition des laboratoires de recherche universitaires ou d'entreprises et qui nous permettent de mener directement des études pour le compte de PME-PMI.

4.4 Un travail en profondeur sur le secteur PME-PMI régional

La localisation des écoles du Réseau en région leur donne une responsabilité particulière pour participer au développement régional. Notre pluridisciplinarité et notre souplesse nous rapprochent naturellement des petites et moyennes entreprises dans deux buts :

- dynamiser ce secteur économique traditionnellement faible en France (19)
- lui permettre de créer des emplois pour prendre le relais des grands groupes industriels défaillants.

Certains de nos projets peuvent même conduire à la création d'entreprises, comme par exemple, toujours à Clermont-Ferrand, dans le domaine de la mécanique des sols. Notre département de Génie civil et le Laboratoire d'études et de recherche en mécanique des structures (LERMES) sont à l'origine, avec les élèves ingénieurs, de l'invention du Pénétrömètre automatique numérique dynamique assisté par ordinateur (PANDA), appareil léger d'étude des sols, fabriqué par une PME régionale et commercialisé par une société créée dans ce but.

Cette politique d'innovation est rendue possible par un maillage serré de différents réseaux.

4.5 La dynamique Réseaux

« *L'excellence scientifique ne conduit pas nécessairement à la réussite économique* » : c'est avec cette sentence provocatrice que Michel CALLON remet en cause un dogme solidement ancré dans notre pays (20). La thèse qu'il soutient met au premier plan la mise en réseaux, c'est-à-dire la qualité des connexions entre les acteurs, mais également « *l'hybridation* » d'un certain nombre d'entre eux.

C'est ce que nous tentons de construire avec le Réseau EIFFEL qui déploie à partir de ses trois sites : Lille, Clermont-Ferrand et Montpellier, des connexions vers les universités locales mais également étrangères, les entreprises, les organismes de recherche ou de valorisation. De chacune de ces connexions peut émerger une idée qui prendra corps si certains nœuds du réseau peuvent l'amplifier, la compléter, la mener à terme. Nous facilitons la fluidité de l'information par la mise en communication de l'ensemble des partenaires de manière informelle, chacun gardant sa liberté d'agir. Cette pratique crée des liens, participe à l'ouverture, à l'hybridation des acteurs qui deviennent, de fait, plus pertinents donc plus exigeants. Cette exigence se transpose dans la formation : les élèves à leur tour pénètrent de plus en plus le réseau, les anciens s'organisent, l'adaptation face à la crise se fait multiforme : l'innovation n'est plus seulement tech-

nologique, elle est pédagogique, elle est sociale. Chacun se sent mieux armé pour affronter la complexité : le réseau est une ressource sans cesse renouvelée et disponible.

CONCLUSION

Alors que les sociétés post-industrielles fondent de grands espoirs sur les PME pour la création de richesses, donc d'emplois, le système de formation est sollicité pour contribuer au développement de ces entreprises. Les Formations universitaires d'ingénieurs ont intégré cette dimension dès leur création et elles l'ont amplifiée ces dernières années.

Tout doit être fait pour encourager la mobilité intellectuelle et physique, donner le goût de la nouveauté afin de rompre avec les schémas mécaniques et déterministes de la période d'expansion économique. La formation doit retrouver sa vocation fondamentale d'ouverture sur le monde, seule capable de relever les défis du développement technique et humain, de l'emploi et de l'environnement.

BIBLIOGRAPHIE

1. UNESCO, Changements et Développement dans l'Enseignement Supérieur, PARIS, 1995
2. ONU, Rapport mondial sur le développement humain, NEW YORK, 1990.
3. ONU, Rapport mondial sur le développement humain, *Economica*, PARIS, 1995.
4. COMMISSARIAT GÉNÉRAL DU PLAN, Éducation et formation, les choix de la réussite, Éditions La Découverte/La Documentation Française, PARIS, 1993
5. B. GIROD DE L'AIN, L'avenir des enseignements supérieurs, *Savoir* n° 4, Sirey, PARIS, 1993
6. A. TOURAINE, Conférence des Grandes Écoles, 21 juin 1995
7. T. CATHELAIN, Deuxièmes rencontres européenne sur l'évaluation et la certification des formations et des qualifications d'ingénieurs, CTI, PARIS, décembre 1994
8. E. CRESSON, Conférence annuelle de la Société Européenne pour la Formation des Ingénieurs, COMPIEGNE, 6 septembre 1995

9. ROYAL SWEDISH ACADEMY OF ENGINEERING SCIENCES, Engineers for the 21st century - STOCKHOLM, 1993
10. CEFI, Guide Bouchon, PARIS, 1991
11. M. CROZIER, La Crise de l'Intelligence, Interdictions PARIS, 1995
12. P.G. DE GENNES, Les Objets Fragiles, Plon, PARIS, 1994
13. A. REVERCHON, Grandes Écoles, La fin d'un modèle ; Le Monde de l'Éducation, 12, 1995
14. M. TROQUET, Les actions fédératives, les réseaux nationaux, les réseaux internationaux, les plans nationaux d'équipement, Rapport Atelier N° 5 - Le développement des Écoles d'ingénieurs du ministère de l'Éducation et de la Culture, PARIS 17 nov., 1992
15. H. LANDIER, Cadres de l'An 2000, les cadres sont-ils hors du cadre ? Alexandre TIC SA, PARIS, juillet 1995
16. C. VIMONT, Étude sur l'évolution des besoins en emplois et en formation des entreprises pour les dix ans à venir, Institut de l'Entreprise, PARIS, 1992
17. D. JAILLON, Les ingénieurs face aux mutations de l'entreprise : l'apprentissage du management des ressources humaines. Congrès de l'Association française de gestion des ressources humaines, PARIS, juillet 1995
18. M. TROQUET, Le recrutement diversifié et la pédagogie par projet, deux armes pour la formation à l'innovation des futurs ingénieurs, Conférence annuelle de la SEFI, COMPIEGNE, septembre 1995
19. R. CHABBAL, Rapport sur l'Innovation dans les PME, ministère de la Recherche et de la Technologie, PARIS, avril 1993
20. M. CALLON, Recherche et Innovation : le temps des réseaux, La Documentation Française, PARIS, 1993

1. CEFI : Comité d'études des formations d'ingénieurs
2. DEUG : Diplôme d'études universitaires générales
3. DUT : Diplôme universitaire de technologie
4. BTS : Brevet de technicien supérieur
5. CPGE : Classes préparatoires aux grandes écoles
6. INSA : Institut national des sciences appliquées
7. ENSAM : Ecole nationale supérieure des arts et métiers
8. EUDIL : Ecole universitaire d'ingénieurs de Lille
9. ISIM : Institut des sciences de l'ingénieur de Montpellier
10. PME-PMI : Petites et moyennes entreprises - Petites et moyennes industries
11. CEA : Commissariat à l'énergie atomique
12. MRT : Ministère de la Recherche et de la Technologie

Emmanuel Tonye, *Directeur de la Recherche, ENSP, Cameroun*
Paul Vermande, *Directeur de l'ENSP de 1989 à 1995*
Actuel Directeur du Bureau Caraïbe de l'AUFELF-UREF

L'École polytechnique de Yaoundé développe des produits et génère des ingénieurs-entrepreneurs

RÉSUMÉ

Les recherches menées dans les laboratoires de l'ENSP ont abouti à la mise au point de quelques produits qui répondent bien aux besoins du marché et à des problèmes particuliers de développement du Cameroun et de l'Afrique centrale.

- plus de 1000 antennes paraboliques ont été construites par quatre petites entreprises créées par des jeunes diplômés. La fabrication et la vente s'étendent en RCA et au Gabon ;
- quelques dizaines de bâtiments et d'habitations ont été réalisées en blocs de terre stabilisée au ciment. Un projet portant sur un village de 100 à 200 maisons est en cours d'élaboration ;
- plusieurs centaines de tonnes de compost ont été élaborées, à partir des ordures ménagères des villes de Yaoundé et de Bafoussam (200 emplois créés) ;
- deux séchoirs solaires à bois sont expérimentés pour les artisans menuisiers et la demande est forte ;
- des prototypes de broyeur et de ventilo-humidificateur sont opérationnels ;
- des logiciels d'EAO (cours sur les antennes, traitement d'images, etc.) sont actuellement diffusés au niveau international ;
- 1500 ampèremètres, voltmètres et chargeurs de piles ont été fabriqués pour les établissements secondaires ;

- des structures en bois sont mises au point depuis le conditionnement des fruits et légumes jusqu'aux poutres en lamellé-collé en passant par les poteaux de lignes électriques ou téléphoniques.

Après le stade « Études et recherches » au sein de l'ENSP, ce sont les jeunes diplômés qui assurent la fabrication et la diffusion des produits. Pour aider les jeunes promoteurs dans leurs débuts, un séminaire sur la création d'entreprises est organisé tous les ans à l'attention des étudiants finissants de 5^e année et une pépinière a été créée. Au-delà des produits innovants, d'autres PME interviennent avec succès dans la maintenance et dans des prestations informatiques.

Enfin certains diplômés travaillent avec les organisations non gouvernementales où leur technicité est très appréciée. En quelques années, les étudiants et les diplômés de l'ENSP ont changé totalement d'état d'esprit pour aborder le problème de leur placement. Désormais, ils comptent principalement sur leurs propres démarches pour trouver un emploi. Neuf mois après leur sortie, la promotion 1994 (74 diplômés) est placée à 90 % malgré les difficultés économiques actuelles.

INTRODUCTION

Les enseignants de l'École polytechnique de Yaoundé ont toujours considéré la recherche comme le moteur de leur activité professionnelle. Plusieurs résultats de leurs travaux de recherche étaient jusqu'alors très peu mis en valeur. Depuis septembre 1990, date de la création de la première entreprise par un diplômé de l'ENSP, dans le cadre de la pépinière de cette institution, la valorisation des résultats de recherche a pris un essor significatif. Dans cette communication, on peut valablement dire :

- que les recherches menées dans les laboratoires de l'ENSP ont abouti à la mise au point de quelques produits qui répondent bien aux besoins du marché et à des problèmes particuliers de développement du Cameroun et de l'Afrique centrale.
- qu'après le stade « Études et recherches » au sein de l'ENSP, ce sont les jeunes diplômés qui assurent la fabrication et la diffusion des produits. Sept entreprises ont été ainsi créées de 1990 à 1995.

1. PRODUITS MIS AU POINT

Parmi les produits mis au point à l'École polytechnique de Yaoundé, on peut citer : les antennes paraboliques, les matériaux de construction en terre stabilisée, du compost, deux séchoirs solaires, des ampèremètres, des voltmètres, des chargeurs de piles, des prototypes de broyeur et de ventilo-humidificateur et des logiciels d'ÉAO (cours sur les antennes, traitement d'images).

La recherche se fait au sein des laboratoires sur des thèmes en rapport avec les programmes d'enseignement, les besoins du marché et les problèmes de développement de l'Afrique centrale.

Les travaux menés dans le cadre des études doctorales d'une part et les projets de fin d'étude d'autre part sont autant d'approches pour prospecter et/ou réaliser les actions de recherche.

Le tableau I présente les produits et l'expertise développés au sein des laboratoires de l'ENSP. Il y est indiqué ces entreprises partenaires.

2. ENTREPRISES CRÉÉES PAR LES DIPLÔMÉS DE L'ENSP DE 1990 A 1994

2.1 Rôle de l'ENSP

L'ENSP organise tous les ans la tenue d'un séminaire sur la création et le management des entreprises.

Ce séminaire, destiné aux étudiants de 5^e année, est animé par des professionnels.

De 1992 à 1994, l'ENSP a assuré la présidence d'une structure de pépinière d'entreprises. Il s'agissait d'une association à but non lucratif comprenant deux collègues :

- celui des membres de soutien composés de représentants d'entreprises, d'organisations non gouvernementales, la mission de coopération française, l'ONUDI, le PNUD, le ministère de l'Urbanisme et de l'Habitat, l'Université catholique de l'Afrique centrale, les organismes de création d'entreprises et de l'agence nationale pour l'emploi
- et celui des entreprises créées par les diplômés.

Dans cette période, chacune de ces entreprises a bénéficié, pour une durée moyenne de deux ans, d'un soutien logistique important de la part de l'ENSP : local, électricité, téléphone, eau ; d'une aide sur la conception des produits et sur la conquête du marché.

Certains enseignants de l'ENSP ont participé très étroitement au développement de produits nouveaux. Quelques-uns sont aujourd'hui actionnaires dans trois des entreprises ainsi créées.

Les autres membres ont apporté des soutiens divers et variés : bourses de formations

au Cameroun et à l'étranger (France), documentation, mise à disposition des équipements de production.

2.2 Rôle des entreprises

Les entreprises payaient, pour participer à l'autofinancement de la pépinière de l'ENSP, une contribution mensuelle et proportionnelle au chiffre d'affaires réalisé. Ces entreprises accueillent des étudiants de l'ENSP dans le cadre des stages académiques, ainsi que pour l'encadrement des étudiants pour leur mémoire de fin d'étude.

2.3 Rôle de la structure associative

La pépinière d'entreprises de l'ENSP, animée par un directeur, a apporté un soutien important dans les domaines suivants : aide et conseils en gestion, séminaires de formation plus approfondie (création d'entreprises, comptabilité et gestion des entreprises, promotion, vente, management,...), conquête de nouveaux marchés et clients. Début 1995, l'ENSP ne pouvant plus héberger cette structure, des efforts se sont déployés pour la mise sur pied de la pépinière de Yaoundé.

Le tableau II est un récapitulatif des entreprises créées de 1990 à 1994 par les diplômés de l'ENSP. Ce tableau n'est pas exhaustif.

CONCLUSION

Les recherches menées dans les laboratoires de l'ENSP ont abouti à la mise au point de quelques produits : plus de 1000 antennes paraboliques ont été construites par des petites entreprises créées par des jeunes diplômés. La fabrication et la vente s'étendent en RCA et au Gabon ; quelques dizaines de bâtiments et d'habitation ont été réalisées en blocs de terre stabilisée au ciment ; plusieurs centaines de tonnes de compost ont été élaborées, à partir des ordures ménagères des villes de Yaoundé et de Bafoussam (200 emplois créés) ; deux séchoirs solaires à bois sont expérimentés pour les artisans menuisiers et la demande est forte ; des prototypes de broyeur et de ventilo-humidificateur sont opérationnels ; des logiciels d'ÉAO (cours sur les antennes, traitement d'images, etc.) sont actuellement diffusés au niveau international ; 1500 ampèremètres, voltmètres et chargeurs de piles ont été fabriqués pour les établissements secondaires ; des structures en bois sont mises au point depuis le conditionnement des fruits et légumes jusqu'aux poutres en lamellé-collé en passant par les poteaux de lignes électriques ou téléphoniques.

Après le stade « Études et recherches » au sein de l'ENSP, ce sont les jeunes diplômés qui assurent la fabrication et la diffusion des produits. Pour aider les jeunes promoteurs

dans leurs débuts, un séminaire sur la création d'entreprises est organisé tous les ans à l'attention des étudiants finissants de 5^e année et une pépinière a été créée. Au-delà des produits innovants, d'autres PME interviennent avec succès dans la maintenance et dans des prestations informatiques. Enfin certains diplômés travaillent avec les organisations non gouvernementales où leur technicité est très appréciée. En quelques années, les étudiants et les diplômés de l'ENSP ont changé totalement d'état d'esprit pour aborder le problème de leur placement. Désormais, ils comptent principalement sur leurs propres démarches pour trouver un emploi.

Le récent développement des réseaux informatiques au sein de l'ENPS permet d'envisager des entreprises de fournisseurs services INTERNET. Le rôle régional de l'ENSP sera l'occasion d'étendre les activités des diplômés-entrepreneurs à l'ensemble de l'Afrique centrale.

TABLEAU I : PRODUITS ET EXPERTISES REALISÉS DANS LES LABORATOIRES DE L'ENSP
(ENSP d'appellation courante école polytechnique de Yaoundé)

PRODUIT & LOGICIEL	ENTREPRISES PROMOTRICES (créées par des diplômés de l'ENSP)	LABORATOIRE DE CONCEPTION ET/OU D'APPUI
Antenne parabolique pleine et grillagée	ETS LELIR TW MICRONICS	Laboratoire d'électronique et de traitement du signal (LETS)
Système antivol des têtes pour systèmes de réception de télévision par satellite	TW MICRONICS ETS LELIR	Laboratoire d'électronique et de traitement du signal (LETS)
Ampèremètres - Voltmètres - Chargeurs de piles	TW MICRONICS	Laboratoire d'électronique et de traitement du signal (LETS)
Ventilo-humidificateur	ETS LELIR	Laboratoire d'électronique et de traitement du signal (LETS)
Séchoir solaire	en création	Laboratoire d'énergétique
Broyeur (compost, .)	en création	Laboratoire de mécanique
Briques de terre stabilisée	JUPITER BTP collaboration avec CIMENCAM	Laboratoire de matériaux et de méthodes de construction (LMMC)
Tuiles en terre stabilisée	JUPITER BTP collaboration avec CIMENCAM	Laboratoire de matériaux et de méthodes de construction (LMMC)
EAO Cours d'antennes Didactique de l'image	Diffusion internationale (AIPU - Association internationale de la pédagogie universitaire ; AUPELF-UREF ; CALISCE - Computer aided learning and instruction in science and engineering)	Laboratoire d'électronique et de traitement du signal (LETS) Laboratoire de matériaux et de méthodes de construction (LMMC)
Problèmes de fatigue	en collaboration avec ALUCAM et SOCATRAL	Laboratoire de mécanique
Economie d'énergie	en collaboration avec la SONEL	Laboratoire d'énergétique
Mise à la terre	en collaboration avec la SONEL	Laboratoire d'électronique et de traitement du signal (LETS)
Structures en bois	en collaboration avec la SIC	Laboratoire de matériaux et de méthodes de construction (LMMC)
Statistiques appliquées	ONG	Laboratoire d'informatique et de mathématiques appliquées (LABORIMA)
Réseaux informatiques	en collaboration avec l'ORSTOM, l'AUPELF, le PNUD	Laboratoire d'électronique et de traitement du signal (LETS) Automation and Laboratory Control (ACL)
Systèmes d'informations géographiques pour l'urbanisme	en collaboration avec les communautés urbaines	Laboratoire de génie urbain

TABEAU II : PRÉSENTATION DES ENTREPRISES CRÉÉES PAR DES DIPLÔMÉS DE L'ENSP DE 1990 À 1994
(ENSP d'appellation courante école polytechnique de Yaoundé)

Entreprise	Personnel	Principaux clients	Domaines d'intervention
DATEM - Diffusion et application des techniques électromécaniques - Entreprise individuelle créée en 1990	5 employés plus le promoteur GUEFACK Jérôme	École polytechnique, Mission française de coopération et d'action culturelle, Coopération canadienne (Appui institutionnel forestier), CCEY, Mimeduc - DEXC, DELMACAM, AR-CHIDIAC	- Maintenance des équipements de bureau (photocopieurs, micro-ordinateurs, fax, etc.) ; - Étude et réalisations de projets (informatique, automatique etc.) , - Vente de fournitures de bureau et des pièces de rechange ; - Formation pratique à l'informatique , - Conception et réalisation d'un dispositif additionnel permettant d'éliminer les zones de mauvais tissage sur les toiles produites par les métiers à tisser de la Société des Sacheres ; - Expertise technique de la Société Silac
JUPITER BTP Entreprise individuelle créée en 1991	10 employés permanents plus le promoteur PATCHOU MBANKEU Louis Pascal	- École polytechnique - Université de Yaoundé I - Divers particuliers tant au Cameroun qu'au Tchad	- Production des briques de terre stabilisées ; - Bureau d'étude , - Réalisation d'étude , - Réalisation d'ouvrage en briques et en parpaings ; - Formation des techniciens dans la filière terre ; - Tuiles en terre stabilisée , - Construction d'un gymnase en brique de terre de l'Institut national de la jeunesse et des sports Extension des locaux à l'ENSP Extension de la faculté de Lettres et Sciences humaines de l'Université deux bâtiments R+1 - 29 petits magasins de stockage de céréales à l'extrême Nord Cameroun et Tchad
TW MICRONICS Entreprise à responsabilité limitée créée en 1993	18 employés permanents L'équipe dirigeante comprend trois ingénieurs dont le promoteur WASSEU Guy Raoul et un enseignant de l'ENSP	- ONG (FESCICA : femmes scientifiques du Cameroun) - Coopération française - Coopération coréenne - Divers particuliers	- Informatique (PAO, conception de logiciels, maintenance matérielle et logicielle, formation) ; - Électronique (appareils électroniques grand public et commerciaux, installation et entretien des stations de réception par satellite, formation en maintenance électronique) , - Conception et réalisation d'appareils électroniques 1500 petits appareils électriques fabriqués (ampère-mètres, volt-mètres, chargeurs de piles) objectif visé : industrie électronique
ETS LELIR Entreprise à responsabilité limitée créée en 1994	8 employés. L'équipe dirigeante comprend deux ingénieurs dont le promoteur TCHOCK Emmanuel et un enseignant de l'ENSP	- Divers particuliers - Intervention en RCA et au Gabon	- Fabrication des antennes - Fourniture et installation de systèmes de réception de télévision par satellite - Maintenance électrique et électronique - Formation en maintenance électronique
3X COMPUTER & Keep OK Entreprise individuelle créée en 1994	5 employés dont le promoteur IBANG Simon Pierre Roger	- Divers particuliers - Administration	- Maintenance informatique , - conception des logiciels , - PAO , - Réseaux informatiques , - Assemblage d'ordinateurs et autres matériels informatiques

Bruno Goubet

Directeur adjoint

École des Mines d'Alès, France

L'École des Mines d'Alès, un élément d'appui essentiel et permanent pour le développement local et régional

HISTORIQUE

Créée le 22 septembre 1843, l'École des Mines d'Alès est née de la volonté de décideurs du bassin d'Alès de former des cadres pour l'exploitation du charbon qui florissait alors et faisait la richesse du plus puissant bassin industriel du Languedoc-Roussillon.

Accompagnant l'évolution de ce bassin, elle connut dans les années 1960 des interrogations sur son devenir, alors que l'activité charbonnière allait en déclinant. Il fut alors décidé de faire évoluer cette école et de lui faire connaître sa « mutation industrielle ». Elle se diversifia vers de nouveaux secteurs économiques comme le bâtiment et le génie civil et améliora le niveau de sa formation, notamment par l'introduction de la recherche, devenant ainsi une école nationale supérieure d'ingénieurs.

Les années 80 la voient s'installer dans le concert des grandes Écoles françaises d'ingénieurs où elle occupe le créneau des Écoles formant des ingénieurs pluridisciplinaires, prêts à prendre des responsabilités opérationnelles dans les entreprises.

L'École a néanmoins conservé de son passé minier une option génie civil et minier parmi les 6 options de dernière année offertes aux élèves ainsi qu'une forte compétence de recherche dans le domaine des matériaux de grande diffusion appuyée sur la valorisation des minéraux industriels.

Enfin, l'École a connu depuis les années 1990 un fort développement dans le cadre du plan gouvernemental de 1989 de doublement, en 10 ans, des effectifs d'ingénieurs diplômés.

Entre 1988 et 1995, ses effectifs d'élèves-ingénieurs sont passés de 413 à 614, ceux des élèves-chercheurs de 32 à 68 alors que, dans le même temps, ses personnels augmentaient de 165 à 272 dont 90 enseignants-chercheurs.

Elle s'affiche désormais comme une grande École d'ingénieurs à vocation européenne. Il est par contre légitime de s'interroger sur la difficulté apparente pour une école à rayonnement national et avec une ambition internationale de poursuivre les objectifs de soutien au développement économique du bassin d'Alès et de la région Languedoc-Roussillon qui avaient en grande partie justifié sa création.

Or, il est clair que si une École d'ingénieurs française doit se forger un horizon au moins européen, elle ne peut se désintéresser de l'avenir économique de la zone géographique dans laquelle elle est installée, au risque notamment de se couper de son histoire et de voir disparaître les financements des collectivités territoriales.

Cette nécessité est d'autant plus forte que le bassin dans lequel elle est installée est petit et isolé des grands axes de circulation ; c'est le cas du bassin d'Alès.

LE BASSIN D'ALÈS

Fort d'une population de 135 000 habitants, le bassin d'Alès est une région qui a subi une importante reconversion industrielle. En effet, les industries de la soie et du charbon avaient fait de ce bassin le pôle industriel de la région Languedoc-Roussillon. Ces deux industries ont totalement disparu, la dernière étant le charbon qui est passé de 25 000 à 500 emplois entre 1950 et 1990.

Ce choc structurel n'a pu être totalement amorti par la création d'industries nouvelles, résultant pour la plupart de l'implantation d'établissements de grands groupes et le taux de chômage sur le bassin s'élève à 18,5 %, contre une moyenne régionale de 15 %.

Cependant, la forte tradition industrielle se traduit encore par un poids important de l'emploi industriel qui s'élève à 33 % des emplois salariés, soit 13 % de plus que dans l'ensemble de la région Languedoc-Roussillon.

Au niveau de l'enseignement supérieur, le bassin d'Alès ne compte que la formation d'ingénieurs de l'École des Mines et 5 sections de techniciens supérieurs. Enfin, l'une des caractéristiques fortes du bassin d'Alès est son isolement par rapport aux grands axes de circulation. Adossé aux montagnes des Cévennes, il n'est desservi par aucune route à grande circulation.

La ville importante la plus proche : Nîmes, distante de 50 km, ne sera atteinte, par une route à quatre voies en cours de construction, que dans quelques années ; ce qui est surprenant pour l'arrondissement d'Alès qui est toujours le premier bassin industriel du Languedoc-Roussillon.

LA RÉGION LANGUEDOC-ROUSSILLON

La région Languedoc-Roussillon est la région de France la plus au Sud. Résolument méditerranéenne, elle fait la liaison entre la Catalogne et la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, porte de l'Italie du Nord. Elle est une composante essentielle de l'arc méditerranéen européen qui fait face à l'Afrique du Nord.

Région de contrastes, elle est maritime et montagnarde et groupe tous les types d'économies sur son territoire. Région principalement agricole et particulièrement viticole, elle est la région la moins industrielle de la France continentale. Elle est par contre la cinquième région française en ce qui concerne le potentiel de recherche publique.

Le contraste entre ces deux positions relatives pose des questions sur l'impact de la recherche sur le développement industriel. Il y a là de nombreuses pistes à creuser, et ce que font les écoles d'ingénieurs en matière de soutien au développement économique peut servir d'inspiration à l'ensemble du dispositif d'enseignement supérieur et de recherche technologiques.

Sur sa population de 2,115 millions d'habitants, la région Languedoc-Roussillon compte une population active de 900 000 personnes dont 13 % travaillent dans l'industrie. Le taux de chômage y est de l'ordre de 15 %.

La région se caractérise aussi par une forte population étudiante de 80 000 élèves dans l'enseignement supérieur qui fréquentent des universités anciennes et réputées. Les huit écoles d'ingénieurs qu'elle compte sont regroupées au sein d'une association, la Conférence des Directeurs des Grandes Écoles : la CODIGE.

LE SOUTIEN AU DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE

Comme il est souligné plus haut, l'École des Mines d'Alès affirme sa volonté de participer au développement économique local et régional.

Si cette ambition est issue de son histoire, elle est largement confortée par l'appartenance de l'École au ministère chargé de l'Industrie qui en confie la direction au directeur régional de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement. Elle a ainsi la

possibilité d'être constamment informée des préoccupations des entrepreneurs et des évolutions de l'environnement économique et des technologies.

Nous allons illustrer comment l'École des Mines d'Alès soutient le développement des entreprises et plus particulièrement des entreprises du bassin alésien et de la région Languedoc-Roussillon.

LA FORMATION D'INGÉNIEURS

Être au service du développement des entreprises, c'est d'abord pour une École d'ingénieurs former des ingénieurs correspondant à leurs besoins.

L'École des Mines d'Alès en forme actuellement 160 par an ; 130 élèves de formation initiale recrutés sur un concours national au niveau Bac + 1 (3 000 candidats en 1995) et 30 techniciens supérieurs avec 4 ou 5 ans d'expérience industrielle réussie. Les premiers suivent une scolarité de 4 ans, 2 ans pour les seconds.

Le plan de développement de l'École prévoit la formation de 250 ingénieurs par an à l'horizon 2000.

Une part importante de la formation est consacrée à l'apprentissage des langues et des cultures étrangères et, dans ce cadre, plusieurs élèves passent leur dernière année de scolarité dans un établissement hors de France (15 en 1995).

Issue de la mine, l'École a su s'ouvrir à d'autres domaines techniques et scientifiques et nos élèves ont maintenant le choix entre 6 options en dernière année d'études : génie civil et minier, matériaux, environnement industriel, systèmes de production, informatique et automatique.

A l'issue de leur scolarité leur placement se fait sans problème particulier par rapport à l'ensemble des écoles d'ingénieurs.

Le bassin d'Alès ne garde que peu d'élèves diplômés de l'École, ils sont de l'ordre de 5 par an à y trouver un emploi et 10 dans la région Languedoc-Roussillon. Mais ceux qui restent soutiennent directement le développement industriel local et régional.

LES STAGES EN ENTREPRISES ET LES PROJETS INDUSTRIELS DE FIN D'ÉTUDES

La scolarité de l'École des Mines d'Alès accorde une place majeure à l'entreprise puisque c'est plus de quatorze mois de stages et de projets industriels de fin d'études dans les entreprises que nos jeunes élèves de formation initiale passent durant leurs quatre années d'études.

Les stages ont lieu entre les 4 années de cours. D'une durée de 3 ou 4 mois ils permettent à l'élève d'assurer une fonction d'ouvrier, de technicien puis d'ingénieur adjoint et le familiarise ainsi avec l'entreprise, ses objectifs, son fonctionnement et ses contraintes.

Le projet industriel de fin d'études rassemble deux élèves-ingénieurs pendant les 4 derniers mois de leur scolarité afin de réaliser un projet proposé par un industriel et d'y apporter une solution industriellement et économiquement viable. Il se déroule chez l'industriel.

A titre d'illustration, cette politique de stage représente, par an, plus de 100 stages d'élèves, et 35 projets industriels dans les entreprises de la région Languedoc-Roussillon. De la même façon, 30 stages et 10 projets de fin d'études se déroulent sur le bassin d'Alès. L'école apporte ainsi annuellement 170 mois d'élèves-ingénieurs encadrés par des enseignants-chercheurs dans le bassin d'Alès.

Cet apport des élèves durant leurs stages et projets a été soutenu par la Direction régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE) qui a mis en place une opération régionale de promotion des stages en entreprises avec l'aide de la CODIGE. Dans la région Languedoc-Roussillon, c'est annuellement de l'ordre de 60 stages qui sont soutenus financièrement par l'État et la Région qui financent la moitié des coûts de revient pour l'industriel soit 3000 FF par mois de stage. Par ailleurs, 30 stages par an reçoivent un appui identique dans le département de la Réunion.

LA FORMATION CONTINUE

Pour une École d'ingénieurs, être au service du développement des entreprises, c'est aussi leur apporter une offre de formation professionnelle permanente large et efficace. Délivrant près de 50 000 (h x stagiaires) de formation continue par an, l'École des Mines d'Alès pourrait considérer remplir sa mission.

Mais son unité de direction avec la DRIRE Languedoc-Roussillon lui a permis de constater que les entreprises, principalement les PME, avaient de plus en plus de difficultés à envoyer des cadres en formation. Il fallait inventer le « juste à temps de la connaissance » et apporter dans l'entreprise, lorsqu'elle le souhaitait, la connaissance désirée.

Ceci est mis en place grâce aux dispositifs d'enseignement délocalisé interactif développés par l'école qui utilisent les techniques multimédias et les réseaux de transmission de données comme le RNIS ou bientôt INTERNET.

En effet, l'École des Mines d'Alès a été retenue dans le cadre d'un projet national et d'un projet européen pour développer les outils et des contenus de formations à distance. Déjà deux entreprises alsésiennes utilisent les systèmes de tutorat à distance mis au point par l'École pour former leurs cadres à la maîtrise de la langue anglaise.

De plus, la souplesse des outils multimédias mis au point par l'École permet de personnaliser simplement des outils d'autoformation utilisant ces techniques. Nous personnalisons actuellement un outil de formation à l'assurance de la qualité que nous avons développée, en l'adaptant aux spécificités d'entreprises du bassin.

Par ailleurs, l'École accueille depuis 4 ans une formation spécialisée pour les ingénieurs des pays en voie d'industrialisation dans le domaine de l'environnement et de la sécurité minière : le Centre d'études supérieures en sécurité et environnement minier (le CESSEM) qui regroupe 12 stagiaires par an, provenant principalement des pays d'Europe de l'Est et d'Amérique du Sud. C'est l'occasion d'établir des contacts entre ces stagiaires et des entreprises alsésiennes qui peuvent s'appuyer sur eux pour développer des contacts dans leurs pays d'origine.

LA RECHERCHE ET LE TRANSFERT DE TECHNOLOGIE

Participer au développement des entreprises, c'est aussi partager avec elles le potentiel de recherche scientifique disponible dans les laboratoires de l'École.

160 enseignants-chercheurs, techniciens et thésards travaillent dans les trois grands domaines de compétence scientifique de l'École : les matériaux et les gisements miniers, l'environnement industriel et les systèmes de production. Ceci dans près de 15 000 m² de laboratoires équipés des matériels les plus performants.

Les travaux de recherche conduits par les enseignants-chercheurs de l'École permettent de les maintenir à un haut niveau scientifique et d'initier les élèves-ingénieurs aux méthodes de la recherche. Ils sont par principe à vocation d'application industrielle et se réalisent dans le cadre de contrats de recherche avec des entreprises ou des institutions comme l'Union européenne.

C'est plus de 7 MF de chiffre d'affaires annuel que ces activités de recherche produisent, avec un taux faible de réalisation sur le bassin d'Alès puisque l'École y réalise de l'ordre de 300 000 F de contrats par an.

Ce chiffre très faible d'activité sur Alès est en cours d'augmentation rapide puisqu'un projet important de 2 MF sur 3 ans vient d'être signé avec une grande entreprise importante du secteur électromécanique installée à proximité de l'École. Ce projet

consiste à résoudre des problèmes que rencontre l'entreprise dans la maîtrise des aléas de production. Mais il a aussi pour objectif de transférer le savoir-faire acquis à des PME qui ont des difficultés du même ordre, grâce à la mise sur le marché par des PME de service informatique des logiciels développés à la suite des travaux de recherche.

C'est ainsi une vraie plate-forme permanente de transfert en génie industriel qui est mise en place. Les premières PME de service informatique concernées sont installées dans le bassin d'Alès.

LA CRÉATION D'ENTREPRISES

Consciente de la nécessité de créer de nouvelles entreprises pour permettre au bassin d'Alès de maintenir l'emploi industriel, l'École des Mines d'Alès a créé, il y a 10 ans, une pépinière d'entreprises.

Cette pépinière a pour objectif de permettre à un créateur, généralement ingénieur ou diplômé de l'enseignement supérieur, de développer le produit ou le service qu'il a en projet dans les laboratoires de l'École où il reçoit les conseils des enseignants-chercheurs. Il peut ainsi passer de l'idée au produit pendant son séjour de deux ans durant lequel il reçoit une bourse de 7500 FF par mois financée par la Région, le Département du Gard ou le Fonds d'industrialisation du bassin d'Alès (FIBA).

Avant d'être admis dans la pépinière, le candidat à la création expose son idée devant un jury qui examine aussi la faisabilité économique du projet. Pendant son séjour dans la pépinière, le créateur est également formé aux techniques de gestion économique et financière d'une entreprise.

La société est souvent créée pendant le séjour dans la pépinière et à sa sortie, peut s'installer dans les ateliers relais créés par la ville d'Alès. L'ensemble des conditions d'accueil, y compris un système attractif d'incitation financière, sont rassemblées pour que le bassin d'Alès accueille des entreprises technologiques.

En 10 années d'existence la pépinière de l'École a permis la création de 30 entreprises technologiques qui se sont toutes fixées dans la région Languedoc-Roussillon, une dizaine d'entre elles s'installant dans le bassin d'Alès.

L'ANIMATION TECHNOLOGIQUE

L'École des Mines d'Alès a été l'un des premiers établissements de son type à imaginer et mettre en place des actions structurées d'animation technologique à destination des entreprises, principalement les PME, qui l'entourent.

Ces actions sont menées en partenariat avec les structures qui ont un rôle de diffusion technologique sur le bassin d'Alès : le lycée, l'Association pour la formation professionnelle des adultes, la Chambre de commerce et d'industrie, la Chambre des métiers.

Le principe consiste à aller systématiquement interroger les chefs d'entreprise sur leurs besoins en matière d'assistance technologique. Ce travail est effectué par des conseillers technologiques appartenant à l'un ou l'autre des établissements partenaires de l'opération, qui effectuent ainsi un véritable diagnostic technologique des entreprises. Après analyse, un ou plusieurs problèmes technologiques sont identifiés et formalisés. Le chef d'entreprise est alors mis en contact avec la ressource technologique correspondante, qu'elle soit externe ou interne aux partenaires de l'opération.

Cette opération a été lancée en 1992 sur un financement de l'Union européenne dans le cadre du programme STRIDE. Elle permet de résoudre annuellement de l'ordre de 150 problèmes technologiques posés par des PME du bassin d'Alès. Une centaine d'entre elles étant visitées chaque année par des conseillers technologiques.

Ce succès a permis que cette opération soit étendue en 1995 à tous les bassins d'emploi de la région Languedoc-Roussillon dans le cadre du nouveau contrat de plan Etat-Région.

L'OUVERTURE

L'École des Mines d'Alès appuie aussi son développement sur la constitution d'un réseau d'implantations qui lui permettent de se rapprocher, d'une part, des grands axes de circulation actuels ou futurs et, d'autre part, de ses marchés industriels.

C'est ainsi qu'elle a mis en place à Nîmes, dans le cadre du rapprochement avec l'École pour les études et la recherche en informatique et électronique (EERIE) relevant de la CCI de Nîmes, une base de recherche et de formation de spécialité de haut niveau dans le domaine de l'informatique, de l'électronique et de l'automatique qui accueillera bientôt plus de 100 chercheurs et 200 élèves.

Par ailleurs, elle a mis en place à Pau, sur le parc technologique créé par ELF (HELIOPARC), un laboratoire de recherche dans le domaine des poudres minérales colorées dont le Béarn est un gros producteur.

Enfin, elle est en contact dans le cadre de ses programmes de coopération avec plus de 20 universités étrangères, et participe aux programmes européens de mobilité d'étudiants et de chercheurs et de recherche coopérative.

L'École participe aussi au programme CIME de mobilité d'étudiants dans le cadre de l'AUPELF. Elle offre ainsi des moyens multiples d'accès à des ressources nationales ou étrangères à ses partenaires industriels locaux et régionaux.

CONCLUSION

Loin d'être un handicap, le passé minier de l'École des Mines d'Alès lui a permis d'acquérir la personnalité d'une grande École d'ingénieurs à vocation européenne qui se sent et assure une responsabilité dans l'appui au développement industriel du bassin d'Alès et de la région Languedoc-Roussillon.

Les outils variés qu'elle met en place pour atteindre cet objectif sont tous basés sur ses compétences premières de formation d'ingénieurs et de recherche technologique. Elle entend poursuivre ces efforts, car elle sait que son propre essor est lié au développement de l'industrie dans la région qui l'accueille.

Quel rôle pour les écoles d'ingénieurs dans les pays en développement ?

Réflexions à partir de l'exemple tunisien

Dans les pays industriels, le rôle des Écoles d'ingénieurs a connu de profondes mutations durant les 25 dernières années. L'accélération des mutations technologiques a donné à la recherche-développement une place de plus en plus grande dans les entreprises, relayées dans cette fonction - à laquelle les PME ne sont pas toujours en mesure de faire face - par les laboratoires de recherche des Écoles d'ingénieurs. Ces dernières sont donc devenues de véritables partenaires, parfois même associés, des industriels dans les multiples tâches qui les réunissent, et qui concourent toutes au développement et à la maîtrise technologiques.

La situation dans les pays en développement est sensiblement différente : absence de véritable tissu industriel, activité limitée le plus souvent à des transformations de bout de chaîne, mettant essentiellement à profit le faible coût de la main-d'œuvre, sans réelle valeur ajoutée technologique, de sorte que les secteurs proto-industriels y sont rarement porteurs d'une véritable « culture industrielle ».

Les Écoles d'ingénieurs trouvent quelques difficultés à jouer pleinement leur rôle, différent de celui des universités, dans un tel contexte. Or, à l'heure de la mondialisation des échanges, et de l'insertion des pays en développement dans le concert économique mondial, elles devraient - et pourraient - constituer l'un des principaux leviers de mutation de ces pays vers des économies ouvertes et compétitives.

1. LE CONTEXTE TUNISIEN

En Tunisie, le développement industriel a connu trois grandes périodes depuis l'indépendance en 1956 :

1. Les années 60 ont vu la mise sur pied d'un grand secteur public qui constitue en-

core aujourd'hui la véritable ossature de l'industrie (mines, énergie, sidérurgie, matériaux de construction, etc.). Durant cette période, seul l'État avait la capacité d'investir dans l'industrie, et il lui revenait bien entendu de le faire dans le domaine des infrastructures : routes, ponts et barrages, électrification, exploitation des ressources minières (pétrole, phosphates, etc.). Le secteur privé était quant à lui cantonné dans l'agriculture et le commerce, ainsi que dans un secteur artisanal mis à mal durant les premières années d'indépendance par l'absence de protections.

De 1956 à 1969, date de la création de la première école tunisienne, l'ENIT, la formation des ingénieurs a continué à s'effectuer dans des écoles étrangères, françaises surtout. Le rôle de l'ENIT a d'abord consisté à compléter la palette des cadres techniques afin de pourvoir les besoins grandissants des entreprises publiques, ainsi que des services techniques et administratifs de l'État.

2. Le tournant de 1969, caractérisé par l'abandon du dogme de la prépondérance de l'État dans tous les secteurs de la vie économique (jusqu'au petit commerce), a donné lieu à une libéralisation fortement appuyée par l'État, tant au niveau du financement des investissements que de la protection des marchés. En l'absence d'une accumulation primitive suffisante, le secteur public est aussi resté fortement présent, y compris dans des activités non nécessairement stratégiques : tourisme, industries légères de transformation (textile, cuir et chaussures, etc.), matériaux de construction, commerce international, transport, etc.

Les investissements privés, résultant eux-mêmes le plus souvent de prêts bancaires garantis ou bonifiés par l'État et d'aides diverses apportées par celui-ci au premier rang desquelles la fermeture totale du marché national aux importations concurrentes dès lors qu'un investissement est agréé, se sont massivement orientés vers des sinécures de bout de chaîne, où la valeur ajoutée est essentiellement liée aux faibles coûts de la main-d'œuvre non qualifiée. Une législation appropriée a néanmoins permis de développer énergiquement les investissements dans l'industrie légère ouverte sur les marchés extérieurs ; c'est ainsi que les exportations textiles représentent aujourd'hui le premier poste de ressources en devises du pays, avant même les hydrocarbures et le tourisme !

Cette période a donc donné naissance à une activité économique diversifiée, marquée toutefois par la prédominance d'une culture « tertiaire » dans laquelle la circulation des richesses, réalité déguisée de nombre d'activités pseudo-industrielles, primait leur accroissement. Une telle industrie n'était que fort peu demandeuse de compétences techniques, soit sous forme de cadres, soit sous forme de coopérations institutionnelles, en particulier avec les Écoles d'ingénieurs.

Les limites d'un tel modèle de développement, occultées jusqu'à un certain point par la relative profusion des ressources financières disponibles, et par la croissance internationale, ont été atteintes lorsque ces deux facteurs vinrent à manquer, soit au milieu des années 80. Désormais en panne de liquidités suite à la rupture de ses grands équilibres financiers, l'État n'était plus en mesure de faire face à son rôle « nourricier », tant vis-à-vis des diplômés auxquels il apparaissait jusque-là comme le garant d'un emploi, que vis-à-vis des entreprises - aussi bien publiques que privées - dont les équilibres étaient souvent tributaires d'un appoint qu'il ne pouvait plus leur apporter.

3. Le redressement opéré à partir de 1986 a été marqué par la levée progressive des protections - réglementaires et douanières notamment - et l'insertion croissante de l'activité tunisienne dans l'économie mondiale, parallèlement à un désengagement progressif de l'État des secteurs concurrentiels. Le déficit technologique des entreprises est alors apparu au grand jour, et les Écoles d'ingénieurs, devenues pourtant plus nombreuses à la fin des années 80 (quatre écoles polytechniques, sur le modèle de l'ENIT, et deux spécialisées, la première en informatique et la seconde en télécommunications), ne parvenaient pas à faire face aux besoins accrus en cadres techniques que la restructuration des entreprises suscitait.

Une réforme radicale des formations d'ingénieurs a donc été engagée au début des années 90, avec la création de deux nouvelles institutions (École polytechnique de Tunisie et INSAT), et de plusieurs instituts technologiques, en vue d'accroître sensiblement le nombre d'ingénieurs et de techniciens formés, tout en diversifiant leurs formations pour répondre à la diversité des tâches dans les entreprises et aider celles-ci à faire face à la nouvelle situation.

L'adhésion de la Tunisie à la nouvelle Organisation mondiale du commerce, et sa signature d'un accord de partenariat avec la CEE, qui absorbe plus de 90 % de nos échanges, accord aux termes duquel une zone de libre-échange verra le jour dans un délai de douze ans, fixent en effet définitivement les échéances. Cette période doit être mise à profit par les entreprises pour effectuer une « mise à niveau » leur permettant de demeurer présentes face à la concurrence, aussi bien sur leur propre marché national que sur celui de l'exportation, ce qui constitue un impératif de survie pour nombre d'entre elles du fait de l'exiguïté du marché national. L'impératif technologique, facteur essentiel de compétitivité, est donc passé au centre de leurs préoccupations.

2. CONTRIBUER À L'ÉMERGENCE D'UNE CULTURE INDUSTRIELLE

La nouvelle situation élargit considérablement l'espace ouvert aux écoles d'ingénieurs, et plus généralement aux institutions de formation technique. Sur le plan quantitatif d'abord, puisque les entreprises sont désormais sommées de remédier à leurs déficits

d'encadrement technique sous peine de disparition pure et simple ; mais plus encore sur le plan qualitatif, car il ne s'agit plus seulement de former des ingénieurs, aussi performants que possible, pour alimenter les besoins d'une économie en mal de cadres. Il leur faut insérer cette mission dans une logique plus globale, plus « sociale », qui est de contribuer à l'accélération des mutations économiques et à l'émergence d'une culture industrielle.

Cette dernière repose sur un grand nombre de facteurs, et en premier lieu - sans aucun doute - sur l'existence d'une industrie, d'un marché (qui ne peut être que mondial) pour ses produits, et d'une logique économique pour leur circulation. S'il n'appartient pas aux Écoles d'ingénieurs d'y pourvoir, leur rôle devient, moyennant ce préalable dont on peut raisonnablement penser qu'il est en voie d'établissement en Tunisie, considérable dans l'émergence des principaux facteurs constitutifs de la culture industrielle.

1. Le premier d'entre eux, c'est la présence de cadres techniques dans les entreprises, y compris au plus haut niveau, celui de la décision. Les déficits technologiques acquis dans le secteur privé tunisien sont en partie imputables aux entrepreneurs eux-mêmes, venus en majorité du secteur tertiaire, dont ils ont reproduit les logiques. Il est significatif à cet égard que les groupes privés tunisiens actuellement les plus performants soient ceux qui ont été initiés et dirigés par des techniciens, maîtrisant les enjeux technologiques, et capables du fait de leur formation et de leur parcours de gouverner des entreprises convenablement encadrées.

Les nouveaux entrepreneurs, susceptibles de développer des projets industriels porteurs de technologie, devraient donc de plus en plus être des ingénieurs. La place de ces derniers dans l'entreprise, et dans la société, ne peut plus davantage être gouvernée par les vieux schémas établissant une dichotomie entre les sphères « technique » et « décisionnelle » de la vie de l'entreprise.

La compétence technique, dont la durée du cycle de renouvellement s'est considérablement réduite, est désormais tributaire d'une capacité scientifique et intellectuelle permettant la constante remise à jour de son savoir. Elle est tributaire d'une formation générale permettant l'intégration de connaissances a priori issues de spécialités différentes, mais que la part grandissante prise par la modélisation et le calcul dans la conception et la production a contribué à unifier quelque peu. Enfin, elle suppose un accès privilégié à l'information, aussi bien celle qui concerne la vie des produits, en amont et en aval de leur production, que celle relative aux procédés et aux techniques dont l'évolution s'est emballée.

Bref, d'éclectique par nécessité, la formation d'ingénieur le devient par essence. Elle

contient désormais tous les ingrédients nécessaires au leadership, lequel devient à l'inverse de moins en moins facile à exercer en l'absence de l'un ou l'autre de ces mêmes ingrédients, et en particulier d'une bonne intelligence des technologies nouvelles.

Les pays en développement ne doivent pas à cet égard se tromper d'objectif : pour rattraper le train des pays industrialisés, il ne faut surtout pas reproduire leur parcours et leur histoire ; ce n'est donc pas la culture industrielle du XX^e siècle, avec son héritage manufacturier, ses ingénieurs « ingénieux », avec leurs cloisonnements et leurs limites, qu'il leur faut appréhender, mais bien celle du XXI^e siècle, avec la fusion de ses aspects scientifique, technique, et économique, avec l'ouverture culturelle que l'internationalisation des procédés et des marchés requiert, avec le rôle nouveau, élargi, que l'ingénieur occupe dans l'entreprise moderne.

2. Il revient donc aux Écoles d'ingénieurs de prendre davantage en compte les spécificités de la culture entrepreneuriale, souvent marginalisée dans leurs formations. Il ne suffit pas pour cela d'accroître la part dévolue aux enseignements appropriés, aux stages et autres visites d'entreprises, car on ne devient pas entrepreneur sur les bancs de l'école. Les écoles auront aussi leur contribution à apporter pour faire aboutir concrètement cette formation au-delà du diplôme. Les pépinières d'entreprises, « écloséries » facilitant l'émergence, dans un milieu protégé procurant une assistance technique, ainsi qu'une aide dans les démarches financières à des projets économiques basés sur des concepts technologiquement évolués, constituent probablement une partie de la réponse.

3. Même si l'hégémonie du modèle libéral est désormais écrasante dans la pensée économique mondiale, elle ne doit pas faire perdre de vue qu'en dehors de l'intervention de la puissance publique, les pays intermédiaires tels que la Tunisie perdraient toute chance réelle d'industrialisation, et donc de développement durable. Ce sont les modalités de cette intervention qui sont aujourd'hui repensées, l'État jouant de plus en plus son rôle économique sur le mode incitatif, et de moins en moins comme acteur direct de la production.

Dans cette mécanique, les Écoles d'ingénieurs peuvent constituer l'un des leviers majeurs de l'action publique pour la mise à niveau technique des entreprises. D'une part, les pépinières fonctionnant dans l'orbite des écoles peuvent améliorer le rendement des aides dispensées par l'État à l'investissement, puisqu'elles permettraient de dispenser certaines d'entre elles en quelque sorte « à l'essai », et à moindres frais puisque la période d'incubation d'une entreprise est relativement peu coûteuse par rapport à celle de la mise en route effective d'une chaîne de production.

Elles contribuent ce faisant à drainer davantage de nouveaux investissements dans les secteurs technologiquement porteurs, avec des chances réelles de succès.

D'autre part, avec les centres techniques interprofessionnels, organismes le plus souvent mis en place et gérés par les autorités publiques, les Écoles d'ingénieurs constituent des interfaces appropriées pour les transferts de technologies nouvelles. Que celles-ci soient produites ou non par elles, elles s'appuient de toute manière sur des corpus de connaissances et de savoir-faire que les écoles maîtrisent mieux que d'autres, car ils sont adhérents à ceux de la recherche.

4. Un autre facteur décisif de la culture industrielle, c'est l'innovation, et la recherche permanente de la compétitivité que procurent les qualités techniques des produits, et leurs bons rapports qualité/prix. L'innovation suppose une bonne maîtrise des procédés, et la capacité de les améliorer constamment. Cette capacité est évidemment liée au taux d'encadrement technique, et plus largement à la formation de l'ensemble du personnel, depuis le plus bas de l'échelle, ainsi qu'à son degré de motivation et d'implication dans l'entreprise, comme l'exemple japonais et celui des pays émergents d'Asie nous l'enseignent.

Mais elle ne s'y arrête pas. Car contrairement à la structure industrielle des pays précédemment cités, celles de nombre de pays en développement sont caractérisées par la prééminence des petites et moyennes entreprises. Les plus grands groupes privés tunisiens apparaissent, à l'échelle européenne, comme des moyennes entreprises tout au plus, qui n'ont aucunement les moyens d'assumer par elles-mêmes la recherche-développement nécessaire à la mise à jour de leurs procédés, gage du maintien de leur compétitivité.

De l'autre côté, l'université en général, et les Écoles d'ingénieurs en particulier, cristallisent des capacités et des compétences scientifiques et techniques qui seraient précieuses pour les entreprises, si elles étaient en mesure d'y avoir accès. A titre d'exemple, la Tunisie compte près de 6000 enseignants et chercheurs à l'Université, pour un peu plus de 8000 ingénieurs en activité dans l'industrie. Aujourd'hui que l'après-Plan d'ajustement structurel, et les perspectives du libre-échange, rendent les entreprises demandeuses de coopérations institutionnelles pour surmonter leurs déficits technologiques, ce qui n'a pas toujours été le cas, c'est la réglementation qui marque le pas.

Or, si les taux de croissance enregistrés par la Tunisie durant la première moitié de la décennie en cours (de l'ordre de 5 % par an, en dépit des aléas climatiques et conjoncturels) sont encourageants, ils risquent d'être insuffisants pour la hisser au rang de nation développée à l'orée du XXI^e siècle, ce qui est son objectif. Une croissance plus rapide, voire une croissance à deux chiffres, telle que l'ont connue durant de nombreuses années les « dragons » d'Asie du Sud-Est, n'est pas atteignable sans une meilleure maîtrise technologique, qui passe par un véritable *aggiornamento* sur le plan de la recherche.

L'augmentation des crédits qui lui sont alloués, condition nécessaire à son développement, ne constitue néanmoins pas toute la réponse. Le véritable défi qui se pose aux pays intermédiaires est aussi, et peut-être surtout, celui de la formation de nouvelles compétences, et de l'utilisation optimale de celles qui existent, grâce à une réglementation mettant au-devant de tout autre impératif la participation de toutes les énergies, et en premier lieu de celles que recèlent les écoles d'ingénieurs, au développement technologique de l'industrie.

Diverses tentatives effectuées dans les années 80 pour dépasser les rigidités réglementaires ont tourné court, vraisemblablement parce qu'elles étaient prématurées par rapport au contexte. Aujourd'hui, le moment semble en revanche venu pour trouver les mécanismes permettant ce type de partenariats, en se livrant à une véritable « mise à niveau » administrative visant à débrider les rapports créatifs et à libérer les synergies qui impulsent les innovations.

5. Une économie ouverte et vivante a aussi besoin de nouveaux « produits », que les écoles d'ingénieurs sont les plus à même - sinon les seules à même - de lui fournir : des produits issus de la recherche tels que prototypes, logiciels, études, etc. Mais également de la formation, et de la formation continue, car cet élément est désormais décisif pour faire la différence entre les entreprises, et assurer leur compétitivité. Là encore, même lorsque le financement est organisé (comme en Tunisie où la TFP - taxe pour la formation professionnelle - est prélevée par l'État et reversée aux entreprises pour couvrir la formation de leurs personnels), des ajustements réglementaires restent à trouver pour que les écoles d'ingénieurs occupent pleinement ce créneau où elles ont de toute évidence une contribution considérable à apporter.

3. LES ÉCOLES D'INGÉNIEURS, ACTEURS DE LA VIE ÉCONOMIQUE

En somme, les Écoles d'ingénieurs sont restées victimes d'une ambiguïté majeure planant sur leur rôle : institutions académiques certes, où se produisent et se renouvellent les savoirs, et où se dispensent des formations académiques ; mais acteurs de la vie économique aussi, producteurs de formations professionnalisées en interaction avec le « marché », extrêmement sensibles donc aux attentes et aux humeurs de ce dernier...

A l'évidence, la structure et l'organisation qui conviennent au premier de ces rôles peuvent se révéler totalement inappropriées pour le second. Les entreprises se plaignent souvent de l'inadéquation de la formation dispensée par les écoles - réputée trop académique - par rapport aux impératifs de l'entreprise. Même si ce reproche est à nuancer, il faut admettre que pour que les ingénieurs soient performants dans les entreprises à l'issue de leur formation dans les écoles, il faut que ces dernières réduisent le hiatus existant entre leur logique et celle des entreprises. Les « junior-entreprises »,

et autres simulations à échelle réduite de la fonction de l'ingénieur dans la vie économique, méritent d'autant plus d'intérêt qu'elles constituent l'une des trop rares passerelles de transfert vers les entreprises d'un type de savoir et de savoir-faire détenu par les enseignants-chercheurs, et absent dans les entreprises.

Mais les Écoles d'ingénieurs devront aller plus loin, se mettre elles-mêmes à l'école des entreprises, dont elles devront complètement adopter les méthodes de gestion pour certains secteurs de leur activité. Si leur production essentielle reste la formation diplômante, la logique de leur démarche devra évoluer pour intégrer progressivement celle du marché : produire au moindre coût (c'est-à-dire avec un « rendement » élevé), faire attester par le marché - c'est-à-dire par les entreprises - la qualité de son produit, et le « vendre », c'est-à-dire le doter des capacités pour prendre aisément sa place dans la sphère productive. Les Écoles sont aussi appelées à adopter totalement la démarche des entreprises pour « commercialiser » leurs autres produits : ceux de la formation continue, ceux de valorisation de la recherche, etc.

Cette attitude les conduira à plus ou moins long terme à initier des projets industriels technologiquement porteurs, soit directement par le biais de leurs anciens élèves (et des « pépinières »), soit en association avec des industriels dans des cadres qu'il appartiendra à chaque pays d'inventer. Au-delà de leur nécessité économique, de telles mutations auront aussi pour vertu de contribuer - beaucoup mieux que n'importe quelle théorie ou simulation - à la formation des élèves-ingénieurs à la logique entrepreneuriale.

Réseau d'écoles et appui technologique aux PME-PMI - Extension internationale

Le dispositif français de formation d'ingénieurs est particulièrement divers, certains diront même hétéroclite, voire complexe. Il n'est pas question dans cette communication d'en faire une étude ou une analyse qui a été faite par ailleurs, mais plutôt d'imaginer quels profits pourraient être tirés des regroupements déjà réalisés ou à créer qui se traduisent par l'existence de types de formations ayant fait leur preuve, comme, par exemple, les Instituts nationaux polytechniques (INP), les Instituts nationaux des sciences appliquées (INSA) ou les Écoles nationales supérieures des arts et métiers (ENSAM)...

Ces établissements ont tous, au-delà de leurs missions essentielles de formation d'ingénieurs et de participation à la recherche, une troisième mission que l'on peut traduire en termes de **participation au développement économique national et régional**.

Cette mission est satisfaite par les établissements au travers des actions qu'ils mènent en matière de formation continue, de relations techniques ou technologiques résultant des stages ou de préparations de diplômes de fin d'études dans les entreprises et, bien entendu, à l'occasion des nombreuses activités contractuelles, ou des opérations au profit de tiers développées entre les entreprises et les laboratoires des écoles. A ceci s'ajoute l'activité des filiales ou structures de transfert dont la plupart des établissements se sont dotés.

Rappelons que les INP sont au nombre de trois : GRENOBLE, NANCY et TOULOUSE, les INSA au nombre de quatre : LYON, RENNES, ROUEN et TOULOUSE et l'ENSAM (même si elle ne constitue qu'un seul établissement) se divise en sept antennes : PARIS, AIX, ANGERS, BORDEAUX, CHALONS, CLUNY, LILLE

DES RÉSEAUX NATIONAUX AUX RÉSEAUX INTERRÉGIONAUX

Des réseaux nationaux ont été mis en place autour des types de formation d'ingénieurs qui viennent d'être évoqués, aboutissant à la mise en commun de certaines actions et d'une politique plus ou moins commune d'intervention qui trouve sa justification dans la démultiplication de l'action ou dans l'élargissement du champ disciplinaire ainsi couvert.

Cette énumération montre le maillage qui a pu s'instaurer sur l'hexagone.

Agissant chacun prioritairement dans sa région d'implantation, ces établissements ont pu au travers des réseaux nationaux créés développer des actions, certes plus ou moins modestes, qui peuvent être qualifiées d'interrégionales dans leurs interventions au profit du secteur économique et plus particulièrement des PME-PMI.

Les exemples sont de plus en plus nombreux de transferts de technique qui, faute d'avoir pu se réaliser dans l'environnement régional immédiat d'un établissement, ont été effectués vers des entreprises d'autres régions grâce, ou de par, l'existence des réseaux nationaux des écoles.

Le caractère en particulier national du recrutement et du placement des ingénieurs facilite cet essaimage.

DE L'INTERRÉGIONAL À L'INTEREUROPÉEN

Les programmes européens de recherche et l'important développement des actions de coopération et d'échanges qui se sont établis entre les écoles et les institutions universitaires de l'Union européenne et des pays d'Europe centrale et orientale ont été mis à profit pour établir des liens entre entreprises et établissements universitaires collaborant sur un même projet, ou plus simplement susceptibles d'y participer.

Les réseaux académiques de formation (double diplôme, EUFORIA, TIME...), dont l'objectif principal est le maillage des institutions, la mobilité et les échanges à l'intérieur de l'Union européenne, sont à même d'amplifier le maillage relationnel avec les entreprises des pays partenaires.

Au-delà des activités contractuelles un volant d'actions a été initié dont certaines relèvent de l'appui aux entreprises, pouvant aller par exemple jusqu'à des projets Eureka. C'est ainsi que des marchés ont pu être conclus à partir de connaissances initialisées dans les échanges ; les retombées locales de ces actions, si elles ne bouleversent pas sensiblement l'économie, sont cependant sans conteste profitables au tissu régional.

Nous assistons de ce fait à l'émergence de réseaux intereuropéens dont les collectivités locales ou régionales peuvent se féliciter dans la mesure où ceci permet de conforter leur politique d'appui aux PME-PMI, notamment en matière d'exportation.

LES RÉSEAUX INTERNATIONAUX

A partir des considérations précédentes il peut paraître nécessaire de mettre en place des réseaux internationaux - dont les principes existent déjà - constitués à partir des écoles relevant de la même démarche de formation d'ingénieurs (les INP, les INSA...) qui pourraient avoir parmi leurs objectifs celui de participer au développement économique en facilitant les relations professionnelles des PME-PMI liées aux établissements partenaires.

Cette démarche implique que soit inscrite très clairement dans les objectifs des réseaux universitaires internationaux la volonté d'être un lien économique ou, pour le moins, d'associer la liaison internationale interuniversitaire à l'ensemble des processus tendant à faciliter les contacts économiques entre les pays et les régions concernées.

Les entreprises intéressées sont toutes celles qui gravitent autour des écoles au travers :

- des actions contractuelles liées à la recherche ou au développement technologique,
- des formations, pour celles qui accueillent les élèves-ingénieurs en stages de longue durée ou pour des projets de fin d'études,
- des transferts de technologie issus des laboratoires des écoles et ayant donné lieu à création d'entreprises par des anciens élèves.

INCIDENCES SUR LA FORMATION

Nous avons rappelé que la participation au développement technologique national et régional était inscrite dans les missions des établissements, il n'en reste pas moins qu'il est inhabituel d'y associer systématiquement les structures s'occupant de relations internationales dans les établissements. Il y a lieu d'y consacrer quelque attention tant les retombées peuvent en être bénéfiques, en particulier, dans le domaine de l'ingénierie de formation et dans le développement bien compris des actions de formation continue.

Différentes composantes de l'établissement, et pour ce qui nous concerne des Écoles d'ingénieurs, sont à sensibiliser :

- en premier lieu le **corps professoral**, vecteur premier de ces échanges internationaux qu'il est nécessaire de préparer, de sensibiliser à cette nouvelle mission. Sans une adhésion volontaire et permanente il ne pourra y avoir internationalisation concrète,
- les **élèves-ingénieurs** participant aux échanges auxquels il faut inculquer cette culture (et c'est peut-être là le plus rapidement rentable). Ils pourraient être les chevilles ouvrières des premières phases des opérations,
- les **étudiants en formation doctorale** qui pourraient compléter leur formation à la recherche par des actions de connaissance du milieu économique. A cet égard, des expériences comme celle de l'INP de TOULOUSE qui a créé un département de Formation aux métiers de la recherche, où les notions que nous venons d'évoquer seront développées méritent une grande attention, en particulier en termes de réciprocité.

Les nombreux étudiants étrangers en formation doctorale devraient dans ce contexte, dès lors que cette connaissance leur est donnée, servir utilement de relais à leur retour dans leur pays d'origine. Il ne s'agit pas là d'une idée nouvelle, mais par contre peut-être est-il novateur de l'inscrire dans une liaison de type réseau clairement définie.

PROPOSITION D'ACTION

Au-delà du préalable que constitue la concrétisation des réseaux internationaux d'Écoles et d'établissements de formation de même type, qui dépasse le cadre de la proposition exposée, un certain nombre de dispositions pourraient - ou devraient - en faciliter la réussite, à savoir :

- mise en place au niveau des établissements volontaires des mesures nécessaires à l'action, consistant, comme il est indiqué ci-dessus, en une **sensibilisation du personnel enseignant, des élèves-ingénieurs et des étudiants en formation doctorale.**

Cette sensibilisation devrait être complétée par des mesures concrètes inscrites dans les *cursus de formation* et susceptibles de prendre des formes variées (*cours et séminaires spécifiques, projets de fin d'études ciblés, intervention des cellules de relations internationales des établissements, etc.*),

- **susciter l'intérêt des collectivités régionales** qui ont inscrit, par exemple, dans leur politique le développement des exportations des PME-PMI, en leur proposant de financer des actions incitatives, dès lors que les réseaux internationaux font intervenir des pays ou des zones géographiques qui les intéressent,

- proposer aux partenaires européens du réseau, l'accès à la connaissance et à la mise en relation avec les partenaires et les structures économiques en France et en Europe en profitant du réseau national, interrégional ou intereuropéen.

Il s'avérerait bien entendu nécessaire que les entreprises liées au réseau adhèrent à une **charte** qui devrait leur être proposée afin de respecter toutes les conditions de discrétion, notamment en matière de confidentialité, qui s'imposent dans une telle démarche.

Fayçal Hocine

Directeur général de l'Institut national de génie mécanique (INGM)

Boumerdès - Algérie

Soutien aux PME-PMI et génération d'entrepreneurs dans le cadre de l'économie de marché en Algérie

1. INTRODUCTION

« La formation d'ingénieurs constitue un enjeu de tout premier ordre pour l'ensemble de l'espace francophone. Il y va de la capacité à innover, à produire, à créer des emplois. »

Cette phrase tirée de la lettre d'appel à communication des VI^{es} JIT, du professeur Michel Guillou, Directeur général de l'AUP ELF et Recteur de l'UREF, nous permet de planter le décor du rôle de nos institutions pour la décennie à venir.

De plus, les pays en voie de développement, à l'instar de l'ALGERIE, sont secoués par les retombées de la crise économique que traverse l'ensemble des pays de la planète, à des degrés divers.

Nous avons, lors des V^{es} JIT tenues à TUNIS, répondu à ce que devait être l'ingénieur de l'an 2000.

Les difficultés économiques mondiales nécessitent une nouvelle approche dans les missions de formation, tout en sachant que les Écoles d'ingénieurs constituent une fraction importante du potentiel de recherche des sciences de l'ingénieur.

Cela nécessite des actions concrètes des pouvoirs publics que nous détaillerons plus loin, ainsi qu'une nouvelle démarche vers les PME-PMI de notre pays.

En Algérie, il est devenu maintenant une quasi-certitude que les PME-PMI joueront un rôle déterminant dans l'innovation et le progrès technologique dans l'avenir économique de l'Algérie.

2. HISTORIQUE ET VOCATION DE L'INGM

L'Institut national de génie mécanique créé en 1974, a pour objet entre autres, de fournir à l'industrie algérienne des ingénieurs et techniciens supérieurs nécessaires au développement de ses activités mécaniques.

Nous avons fait une présentation détaillée de notre Institut lors des V^{es} JIT. Le produit de formation devait prendre et a pris en charge le processus d'industrialisation de l'Algérie.

A ce jour, notre Institut a mis sur le marché du travail 820 ingénieurs et 1180 TS.

Les autres missions sont :

- la formation continue ;
- l'assistance technique aux entreprises ;
- la recherche appliquée.

La recherche étant une activité qui a été marginalisée, notre Institut se devait, dans le contexte d'évolution des technologies, d'incorporer cette préoccupation comme axe stratégique dans son développement.

Forts des relations privilégiées que nous avons avec le monde industriel, la recherche nous permettra de mieux prendre en compte les besoins des entreprises en matière d'innovation et de développement technologique, et devra devenir une activité de premier plan, au même titre que la formation initiale.

Dans le contexte de crise que traverse notre pays, et devant les nouvelles orientations industrielles induites par l'économie de marché, l'insertion dans la division internationale du travail, le rôle des institutions de formations comme la nôtre est à revoir dans le sens d'une adaptation de leurs activités de recherche au développement des PME-PMI.

3. LA PME-PMI EN ALGÉRIE

Le rôle et l'impact de la PME-PMI en tant que forme d'organisation économique dominante dans les pays développés ne sont plus à démontrer. Dans ces pays en moyenne trois unités industrielles sur quatre sont des PMI ; près de 50 % des emplois sont générés par ce secteur.

Dans notre pays si l'on devait appliquer les ratios observés dans les économies développées, le tissu de la PME-PMI devrait comprendre au moins 100.000 PMI dans le commerce et les services et 25.000 PME industrielles dont les effectifs devraient varier entre 30 à 50 personnes.

Le nombre des PME-PMI existantes en ALGERIE est d'environ 23.000 unités, y compris les entreprises publiques locales, toutes branches et activités confondues.

La comparaison de ces données nous permet de constater l'immense retard accusé par notre pays et l'ampleur de la tâche qui nous attend en tant que système de formation supérieure, pourvoyeur de créateurs d'entreprises.

La promotion de la PME-PMI dans notre pays est inscrite dans la nouvelle démarche de notre gouvernement, comme une priorité.

4. LA RECHERCHE À L'INGM ET SON ACTION AUPRÈS DE LA PME-PMI

La création de laboratoires de recherche en tant que telle remonte à trois ans.

Ces laboratoires de recherche ont pour objet :

- la prise en charge des mémoires d'ingénieurs et techniciens supérieurs ;
- la prise en charge des magistères et doctorats d'État ;
- la prise en charge des séminaires spécialisés, des journées d'études et autres ;
- la prise en charge de la recherche appliquée ou recherche finalisée, en relation avec les milieux industriels.

Ils sont au nombre de quatre, dénommés comme suit :

- **Laboratoire de mécanique ;**
- **Laboratoire d'énergétique ;**
- **Laboratoire de conception et fabrication assistée par ordinateur (CFAO) ;**
- **Laboratoire d'électronique, d'électrotechnique et d'automatisme (EEA).**

L'un des axes qui à notre avis représente une priorité pour l'aide à la PME-PMI est

l'introduction de nouvelles technologies en mécanique (CFAO, GMAO, robotique, commande numérique, automatisme, etc.).

Dans ce cadre, en collaboration avec le ministère de la PME, un projet, en cours d'élaboration, consiste à la mise en place **d'outils d'aide au développement de la PME, dans le domaine de la CFAO.**

Cet outil sera **un centre** qui traitera les problèmes que rencontrent les industriels dans le cadre de la conception et l'innovation du produit et des besoins de développement immédiats et futurs de notre milieu industriel (industries publiques et privées).

Ce centre, installé au sein de notre École, s'appuiera sur une équipe d'enseignants expérimentés (professeurs-ingénieurs, docteurs-ingénieurs, ingénieurs de laboratoires spécialistes en conception, fabrication mécanique, maintenance de l'outil de production), associant nos élèves dans le cadre de leurs projets de fin d'études.

L'avantage que présente notre Institut, pour la prise en charge de ce centre, est une grande expérience, une bonne connaissance du terrain. Cette expérience a été acquise à travers les relations tissées depuis plus de vingt ans, par l'encadrement de projets divers (près de 1500), de recherche appliquée, de formation continue et de formation de formateurs. Une bonne situation géographique stratégique : nous sommes situés tout près de la zone industrielle du centre du pays, la plus dense d'Algérie, à proximité d'un aéroport international et de la capitale (moins de 50 km).

Les objectifs de ce centre sont :

- Diffusion très large de l'information sur les technologies avancées à travers l'organisation de séminaires, colloques, journées d'études et portes ouvertes.
- Promotion et intégration pour la PME-PMI, des systèmes de technologie assistée par ordinateur tels que la DAO, CFAO, GMAO, en assurant la consultation, l'aide à l'acquisition des hardwares et softwares, l'installation, la mise en œuvre, l'initiation, la formation, les études et l'assistance technique.
- Développement des applications spécifiques au profit de la PME-PMI.
- Organisation de cours sur ses systèmes et la formation continue à la carte.

Tout cela devra permettre à ce centre, à moyen terme, la modernisation de l'outil de production et la maîtrise des technologies modernes.

5. ACTIONS DE L'ASSOCIATION POUR LE DÉVELOPPEMENT ET LA PROMOTION DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE (ADPST)

5.1 Historique de l'ADPST

Les instituts et entreprises de Boumerdès lors de la réunion du 21/01/92 ont examiné l'idée de créer une association nationale professionnelle et scientifique visant le développement et la promotion de la science et de la technologie dans notre pays. L'agrément a été obtenu le 26/05/92, auprès des instances, suite au dépôt des statuts, finalisés par 25 entreprises et institutions, qui ont eu la qualité de membres fondateurs.

5.2 Objectifs de l'ADPST

L'Association a pour objet :

- l'initiation, la promotion et le développement des activités scientifiques et techniques telles que les conférences, les débats, les séminaires, les journées d'études, la formation continue et le perfectionnement, les expositions, foires et autres activités de rayonnement scientifique, technique et culturel ;
- la promotion des professions liées au développement scientifique et technologique par diverses initiatives et actions ;
- d'œuvrer pour un renforcement du caractère scientifique et technique du développement national (par exemple : exposition des projets de fin d'études d'ingénieurs et TS à l'intention des industriels publics ou privés) ;
- d'œuvrer à une meilleure intégration du système Éducation-Industrie-Économie dans le nouveau contexte économique international ;
- d'œuvrer pour le renforcement des relations de l'Association avec les autres associations nationales et internationales d'objectif similaire ;
- de collecter, exploiter et diffuser les informations scientifiques, techniques, économiques, juridiques et sociales liées à l'activité de l'Association ;
- de contribuer à la promotion de la recherche scientifique.

5.3 Composition de l'ADPST

En plus des 25 membres fondateurs (personnes morales) composés de 11 instituts ou écoles de formation supérieure, 4 centres de recherche et 10 entreprises nationales, l'Association a été rejointe par 35 autres membres (des Universités, Instituts et Écoles de formation supérieure, des entreprises publiques et privées).

5.4 Programme d'actions réalisées à ce jour par l'ADPST

Nous ne pouvons pas, dans cette communication, rapporter l'ensemble des activités de notre association. Nous en citerons néanmoins quelques-unes.

5.4.1 Organisation de deux journées d'études sur l'Université et l'Entreprise les 19 et 20 janvier 1993. L'objectif des ces journées était d'instaurer un débat national sur les conditions de réalisation d'une osmose Université-Entreprise en tant que préalable à une véritable relance économique à moyen terme. Une série de recommandations a été faite et transmise aux pouvoirs publics.

5.4.2 Organisation de la 1^{re} journée d'études sur l'Innovation, en collaboration avec l'entreprise de sidérurgie SIDER le 13 décembre 1994.

5.4.3 Organisation de la journée d'études sur les matériaux et déchets de construction le 5 juin 1995, à l'occasion de la journée mondiale sur l'environnement.

5.4.4 Organisation chaque fin d'année universitaire d'un Salon des projets de fin d'études. Ce Salon regroupe les meilleurs projets de fin d'études des ingénieurs et TS des institutions nationales de formation supérieure et dure 3 jours. Cette manifestation, la 3^e du genre, prime les meilleurs travaux et recherches, ainsi que les meilleurs promoteurs.

5.4.5 Organisation de conférences de sensibilisation à l'intention des diplômés des Instituts de technologie, à la création d'entreprises, et ce en collaboration avec l'Association pour la création et la promotion de l'entreprise (ACPE).

5.4.6 Organisation de journées de sensibilisation à l'intention des étudiants des Instituts de technologie, à la normalisation et aux brevets en collaboration avec l'Institut algérien de normalisation et de propriété industrielle (INAPI).

Il est à noter, enfin, que l'Association siège en tant que membre au Conseil national économique et social (CNES) de notre pays et y a initié la création d'une commission spécialisée relative à l'enseignement supérieur et au développement industriel et technologique.

6. CONCLUSION

Toutes ces actions doivent nous permettre, à brève échéance, de modifier la mentalité d'une partie de nos ingénieurs et TS sortants.

Ils doivent se poser la question suivante à l'issue de leur formation : « **Comment vais-je faire et quels sont les moyens existants pour créer mon entreprise dans** », et non plus : « **Il faut que je trouve maintenant un emploi** ».

Pour cela les pouvoirs publics devront se doter de moyens efficaces, pour aider au développement de la PME-PMI et diminuer les tensions sociales sur l'emploi, par des mesures incitatives telles que :

- Création d'agences de valorisation de la recherche.
- Mise en place de centres de création d'entreprises et d'appui aux jeunes entrepreneurs.
- Prêts sans intérêts.
- Participation financière de l'État à la création d'entreprises.
- Des mesures fiscales importantes (déduction des impôts, remboursement ou prise en charge des activités de recherche).
- Allègement des procédures administratives.

Notre rôle dans cette action est aussi important que celui des pouvoirs publics, par le développement de la recherche appliquée, la diffusion des nouvelles technologies, les techniques de management, etc.

La formation des ingénieurs face aux mutations technologiques

1. INTRODUCTION

Avec l'arrivée de l'autoroute de l'information et les autres utilisations conséquentes de l'informatique et des télécommunications, le siècle finissant nous conduit au 21^e siècle où les enjeux technologiques seront les plus concurrentiels et stratégiques.

A ce point de vue, l'évolution scientifique avec des nouvelles technologies risque de s'accélérer à un rythme capable de rendre l'enseignement de base accessoire par rapport aux exposés et matières sur les nouvelles découvertes.

Vu de cette façon-là, il est important de se pencher sérieusement sur ce problème pour faire la part des choses et s'interroger sur les questions essentielles.

Dans cet exposé, nous essayons d'en épinglez quelques-unes :

- Quelle corrélation y a-t-il entre l'évolution technologique, la recherche fondamentale dans les Écoles et la formation des ingénieurs ?
- Comment faire participer les deux composantes humaines importantes de l'enseignement (enseignants et étudiants) au processus des mutations technologiques ?
- Quel contenu des cours assurer aux étudiants dans ce contexte ?
- Quels obstacles franchir pour assurer un meilleur équilibre entre la formation des futurs ingénieurs et des mutations technologiques ?

La réflexion autour de chacune de ces interrogations constituera l'essentiel de notre intervention à ces Journées Internationales de Technologie.

Dans la conclusion, nous indiquerons quelques pistes qui nous semblent essentielles pour établir l'équilibre entre la formation et les mutations technologiques.

2. CORRÉLATION ENTRE LA FORMATION ET L'ÉVOLUTION TECHNOLOGIQUE

Dans tous les cas, l'évolution technologique est consécutive soit à la satisfaction des besoins de la société, soit à l'application active des nouvelles découvertes scientifiques.

Comme le mot « évolution » l'indique, elle est un processus d'intégration graduelle de nouvelles techniques qui, elles-mêmes, découlent des recherches soit fondamentales soit appliquées.

S'agissant des acteurs qui doivent être intégrés dans ce processus évolutif, les étudiants, futurs ingénieurs, doivent, dans leur formation, vivre la réalité industrielle et se sentir à la fois utiles à la vie de l'industrie (aspect pratique) et à celle de la recherche (aspect théorique).

3. PARTICIPATION À L'ÉVOLUTION TECHNOLOGIQUE

Pour arriver à adapter les cours dispensés aux futurs ingénieurs, les professeurs eux-mêmes doivent être au courant des mutations qui s'opèrent dans le monde technologique.

Plusieurs canaux peuvent les y amener. Nous pensons à l'élaboration de projets de recherche en relation avec l'industrie, bref, à toute activité scientifique, technologique capable d'assurer l'ouverture vers le monde industriel.

Quant aux étudiants, l'orientation vers le monde industriel peut s'accomplir à travers des stages et les travaux de mémoire ou de thèse répondant aux préoccupations des industries.

Il est aussi important que les praticiens de l'industrie fassent un pas vers les Écoles d'ingénieurs pour apporter leur expérience et surtout maintenir les échanges Universités-Industries véritables canaux d'intégration.

Ils peuvent aussi animer des séminaires et faire des exposés spécifiques ayant trait aux nouvelles technologies.

4. CONTENU DES COURS

Avec l'évolution rapide des technologies, les Écoles d'ingénieurs doivent éviter le piège

de la révision rapide tous azimuts des programmes des cours tendant à négliger les enseignements de base au profit des cours réputés adaptés aux nouvelles technologies.

Il est important de souligner que la formation donnée aux futurs ingénieurs devra leur permettre d'être à la fois utiles à l'industrie et à la recherche fondamentale et appliquée.

Pour ce faire, une solide formation de base est requise, cette formation doit alors, par la suite, s'enrichir des apports nouveaux liés aux réalités scientifico-technologiques du moment.

Les publications scientifiques doivent être mises à la disposition des étudiants et des chercheurs.

Il revient essentiellement aux enseignants d'être (comme dit plus haut) ouverts au monde extérieur (extra-académique) et d'adapter leurs enseignements en conséquence.

5. OBSTACLES À L'OUVERTURE

La révision des contenus des cours exige de la part des éducateurs un grand effort de progrès et une volonté sans faille de dispenser des enseignements de qualité et adaptés à la fois aux objectifs de la formation et aux impératifs de l'évolution technologique.

La plupart des enseignants des Écoles d'ingénieurs doivent fournir des efforts pour améliorer périodiquement leurs cours.

Cependant, il y a lieu de relever aussi des obstacles à l'intégration des nouvelles notions dans les cours par certains enseignants simplement par réflexe de conservatisme.

Dans le même ordre d'idée, on remarque aussi la réticence, voire l'indifférence de certains chefs d'entreprise à l'ouverture au monde scientifique parfois pour des raisons inavouées.

Ces attitudes constituent des obstacles à l'esprit, je dirais, à la politique d'amélioration de la qualité des enseignements et à l'intégration Industrie-Université.

6. CONCLUSION

Les mutations technologiques étant le fruit du travail des ingénieurs, il est évident que ceux qui y participeront demain doivent y être préparés.

Cette initiation passe par la formation qu'ils reçoivent (cours mis à jour), par leur participation aux activités industrielles (stages, visites d'usine) et par la pertinence de leurs travaux de mémoire et/ou des thèses.

La participation active aux séminaires spécialisés et conférences sur les actualités scientifiques vient compléter le tableau et constitue un autre mode d'apprentissage fort efficace.

Les éducateurs doivent apporter leur pierre à l'édification en enrichissant progressivement les contenus des cours, en renforçant les échanges Industrie-Université et en initiant les étudiants à la lecture des revues et ouvrages spécialisés en vue d'acquérir le goût et l'amour de la recherche.