

# Quels ingénieurs pour la société de l'information et de la connaissance de demain ?

Un ingénieur, c'est d'abord un cadre, donc un minimum de culture managériale et de gestion. C'est aussi une compétence technique et, surtout, une manière d'aborder les problèmes qui lui permette d'apporter une valeur ajoutée dans un environnement pluridisciplinaire. Ce seront, de plus en plus, des postures plus nouvelles, liées davantage à l'évolution des modes de travail et des grands courants de la société qu'à l'évolution technologique. Ce doit être, enfin, un citoyen. Et c'est tout cet ensemble que cherchent à promouvoir les formations du GET pour former l'ingénieur de demain. Un ingénieur qui devra s'imposer comme le stratège et l'acteur d'une société de l'information et de la connaissance où la compétitivité de la recherche et de l'enseignement supérieur dans le développement économique ne fera que s'affirmer davantage.

Par **Jean-Claude JEANNERET**, Ingénieur général des télécommunications, Administrateur général du Groupe des écoles des télécommunications (GET)

**Q**uels ingénieurs pour demain ? Cette question est bien évidemment au cœur des préoccupations des plus grandes écoles d'ingénieurs, qui ont l'ambition de former des jeunes gens, hommes et femmes, dont le potentiel d'évolution soit autant reconnu que leur performance immédiate.

Avant d'y répondre pour le Groupe des écoles des télécommunications (GET) et de présenter la stratégie mise en œuvre actuellement par ses écoles pour, dans cette logique, bien former leurs élèves-ingénieurs, il semble nécessaire de présenter brièvement la relativement jeune institution qu'est le GET, la démarche stratégique que le groupe a adoptée et, en premier lieu, la vision de la société de demain dans laquelle les ingé-

nieurs que nous formons actuellement vivront et agiront.

---

## DEMAIN, LA SOCIÉTÉ DE L'INFORMATION

Société de l'information, économie de la connaissance, société des savoirs et de l'immatériel, autant de concepts voisins (1) proposés pour éclairer l'évolution de notre société. Cette évolution s'avère peut-être moins rapide et, dans une certaine mesure, plus difficile qu'imaginé en 2000, au sommet de la bulle Internet, mais les analyses menées ces dernières années mettent toutes en évi-

dence l'importance croissante des technologies de l'information, de l'innovation, de la compétitivité de la recherche et de l'enseignement supérieur dans le développement économique (2).

L'utilisation massive des TIC à l'échelle mondiale va ainsi continuer de modifier en profondeur les comportements, représentations du monde, modes de consommation, habitudes de travail et de coopération... La mutation profonde à laquelle doit faire face la société ne sera vraisemblablement que renforcée par les impératifs d'optimisation des ressources nécessaires au développement durable.

Si tout le monde perçoit que l'usage des technologies de l'information et de la communication se diffuse largement dans la société, leur effet structurant apparaît peut-être encore sous-estimé en France en raison de l'éclatement de la bulle Internet. De même, la spécificité de la nouvelle révolution économique en cours paraît méconnue, bien que des analyses récentes l'aient encore souligné : « *Les TIC se distinguent par leur rôle catalyseur. A la différence des autres techniques incarnées dans des processus et des produits, les TIC travaillent l'immatériel. Leur matériau est constitué d'informations et de données comparables à une enzyme dans leur mode d'intervention. Par sa seule présence, l'enzyme déclenche une réaction qui n'altère pas sa substance. Il en va de même pour les données et informations qui ne se détériorent pas à l'usage. On peut même soutenir le paradoxe inverse concluant que données et informations s'enrichissent à l'usage. Cette fonction de catalyseur n'épuise pas les potentialités des TIC qui conditionnent l'accumulation de service.* » (3)

Un contexte qui constitue donc un terreau favorable au GET et à ses écoles dont l'ambition est de produire les acteurs capables de comprendre les nouveaux enjeux de cette société en mouvement.

## LE GET EN 2006

Le GET est un établissement public placé sous la tutelle du Ministre délégué à l'Industrie, qui a pour missions

(1) « L'attention récente portée à l'économie de la connaissance est liée à l'importance croissante des activités de recherche et d'éducation dans l'économie mondiale. Cette augmentation de l'intensité en connaissances concerne aussi les technologies associées de l'information et de la communication (TIC). L'économie de la connaissance se définit alors comme un stade du capitalisme où se généraliserait un modèle productif particulier organisé autour des complémentarités organisationnelles et technologiques entre les TIC, le capital humain des agents susceptibles d'utiliser ces technologies et une organisation réactive de la firme qui permettrait la pleine utilisation du potentiel de productivité des deux premiers éléments. Les réseaux tendraient à se substituer aux catégories plus classiques d'organisation des marchés. » - Bruno Amable et Philippe Askenazy - *Introduction à l'économie de la connaissance* - Contribution pour le rapport Unesco *Construire des sociétés de savoir* - décembre 2003.

(2) Voir notamment *L'acte productif dans la société des savoirs et de l'immatériel*, rapport et avis adopté par le conseil économique et social (janvier 2004) et *Productivité et croissance*, rapport du Conseil d'analyse économique (juin 2004).

(3) *L'acte productif dans la société des savoirs et de l'immatériel* (janvier 2004).

l'enseignement supérieur et la recherche dans le domaine des sciences et technologies de l'information et de la communication ; créé en 1997, il regroupe trois entités, soit en fait quatre écoles : Télécom Paris, ou ENST (Ecole nationale supérieure des télécommunications), créée en 1878, située à Paris ; l'ENST Bretagne (Ecole nationale supérieure des télécommunications de Bretagne), créée en 1977, implantée à Brest et Rennes ; et, enfin, l'INT (Institut national des télécommunications), créé en 1979, situé à Evry, qui rassemble une école d'ingénieurs, Télécom INT, et une école de gestion, INT Management.

Chaque école délivre, sous son appellation propre, les diplômes et les titres pour lesquels elle est habilitée. Chacune est également habilitée à délivrer, seule ou avec l'université, le titre de docteur. A ces écoles s'ajoutent deux établissements créés en partenariat avec des universités dans le cadre de GIE auxquels ont également adhéré des industriels : Télécom Lille 1 (anciennement ENIC, Ecole nouvelle d'ingénieurs en communication), créée en 1990 à Villeneuve d'Ascq, associant l'INT et l'Université de Lille I, et qui vient de rejoindre la Conférence des grandes Ecoles ; et l'Institut Eurécom, créé en 1992 à Sophia Antipolis, associant l'ENST et l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, ainsi que d'autres institutions académiques étrangères, qui délivre le diplôme de l'école d'origine des étudiants qui y effectuent la partie terminale de leur cursus.

En 2006, les écoles du groupe devraient délivrer 1 500 diplômes environ, dont 800 diplômes d'ingénieurs, et réaliser un chiffre d'affaires en formation continue de plus de 4,5 M€.

C'est en 2000 que le GET a adopté son premier plan stratégique. Il a permis de fixer des orientations fortes pour le développement du groupe, en cohérence avec son identité originale : à la fois fédération d'écoles pour sa mission d'enseignement supérieur et organisme unique pour sa mission de recherche (4). Il convient à cet égard de souligner que cette originalité du GET au plan français est, par contre, en cohérence avec les standards internationaux qui associent couramment enseignement supérieur et recherche et spécialisent les organismes de recherche par domaine (5).

(4) Le décret fondateur du GET a instauré trois conseils d'école au niveau de Télécom Paris, de l'ENST Bretagne et de l'INT et un conseil scientifique au niveau du groupe, en sus du conseil d'administration propre à un EPA.

(5) Parmi les principaux enseignements des comparaisons internationales contenus dans son rapport sur « *L'économie de la connaissance : la recherche publique française et les entreprises* », le conseil économique et social indique fin 2003 :

• « L'enseignement supérieur et la recherche sont le plus souvent étroitement associés. Lorsque ce n'était pas le cas, des mesures récentes y ont porté remède (Finlande, Suède) ».

• « Dans le recherche publique, c'est l'université qui joue le rôle principal (Etats-Unis, Allemagne, Royaume-Uni, Suisse). Toutefois les instituts de recherche publics ne sont pas absents, et sont même relativement importants en Allemagne et en Finlande. Ils sont pourtant loin d'atteindre la taille des EPST français, et sont généralement subdivisés en instituts indépendants, organisés par domaine. Lorsque ce n'était pas le cas, ils ont réformé leurs structures pour l'être (centres Helmholtz en Allemagne) ».



© GET

L'INT, Institut national des télécommunications, créé en 1979, situé à Evry rassemble une école d'ingénieurs, Télécom INT, et une école de gestion, INT Management.

La mise en œuvre de cette stratégie, actualisée en 2004, a permis au groupe de réaliser des avancées très significatives en termes de formations initiale et continue (développement des Masters of Science, des Mastères spécialisés, augmentation du nombre d'élèves étrangers et adaptation des cursus dans une optique d'internationalisation des écoles...), de recherche (reconnaissance du GET comme organisme public de recherche, notamment dans le cadre du 6<sup>e</sup> PCRD et des réseaux nationaux thématiques, mise en place d'une structuration en projets-programmes...), ainsi qu'en termes de soutien à la création d'entreprise.

La principale force du groupe est ainsi de permettre à la fois la mutualisation d'actions et de moyens, et la complémentarité qui permet de mieux couvrir le vaste domaine des technologies de l'information et de la communication (TIC). L'ensemble des écoles du GET travaillant sur le même domaine des TIC, les facteurs de rapprochement sont évidemment plus forts que ceux qui les différencient.

Il n'est pas apparu judicieux de spécialiser les projets pédagogiques des écoles d'ingénieurs du GET sur des champs de formation différents, car cela allait à contre courant de l'évolution actuelle du domaine des TIC, marqué par l'intégration progressive des diverses techniques de base (électronique, informatique, télécommunications, audiovisuel...), et par un caractère transverse qui les fait diffuser dans tous les secteurs d'activité.

Télécom Paris, l'ENST Bretagne et Télécom INT ont donc l'ambition commune de former à la fois des ingé-

nieurs experts capables de développer l'innovation dans les TIC et contribuer ainsi à construire notre avenir, et des ingénieurs généralistes parfaitement préparés à toutes les facettes de la société de l'information (6).

Mais quels sont donc ces ingénieurs de demain que les écoles du GET, comme les autres grandes écoles d'ingénieurs, ont à former ?

---

#### DEMAIN : QUEL INGÉNIEUR ?

Précaution liminaire : tel le Français moyen, l'ingénieur de demain n'existe pas et la multiplicité des missions et des environnements rend illusoire toute tentative d'élaboration du portrait robot de cet ingénieur type.

Un ingénieur en logiciel, un directeur de projet d'un grand système d'information, un consultant en organisation, un analyste financier, peuvent sortir d'une même école du GET. Mais avec la même formation d'ingénieur ils connaîtront des expertises, des environnements hiérarchiques, des responsabilités... et des rémunérations différentes.

---

(6) L'INT rassemble par ailleurs sur un même campus une école d'ingénieurs et une école de gestion. Ce rapprochement constitue son originalité et sa richesse, particulièrement mises en valeur dans la pédagogie des deux écoles. INT Management est ainsi une école de gestion généraliste intégrant les avancées de la société de l'information et, plus particulièrement, les spécificités des univers technologiques dans les disciplines du management et les approches managériales.

Les enquêtes «premier emploi» des jeunes diplômés illustrent la diversité des activités qui leur sont proposées dès leur sortie d'école, et cette diversité ne peut que s'accroître en cours de carrière.

Chaque ingénieur aura ainsi, dans ses postes successifs, à faire appel à certaines compétences, extraites d'un «bouquet» dont il doit disposer. A des capacités génériques, communes à tout cadre, il faut ajouter celles qui font traditionnellement leur spécificité, ainsi que quelques traits de comportement qui ont émergé plus récemment.

Comme tout cadre, l'ingénieur est donc supposé avoir un minimum de culture managériale et de gestion et être apte à évoluer dans un contexte international.

### Gestionnaire et manager

On a beaucoup écrit sur le sujet : déjà en 1900 à la séance de clôture du Congrès international des mines et de la métallurgie, Henri Fayol soulignait l'importance qui avait été accordée au mot *technique* dans les réflexions menées pendant ce congrès. Il s'étonnait alors de n'avoir eu aucun écho des préoccupations commerciales, financières et administratives (7).

Il a fallu du temps pour que cela entre dans les mœurs. L'ingénieur n'a pas seulement le goût du bel ouvrage et du beau produit, résultat d'une solution technique élégante. Il sait désormais intégrer la dimension économique, gérer ses budgets et ses délais, valider ses choix d'investissement.

La part de management (mot qui recouvre en fait des réalités bien différentes) dans son activité sera extrêmement variable. Si une part significative des diplômés des meilleures écoles peuvent avoir assez rapidement de réelles responsabilités d'encadrement et de management d'équipes, la plupart des jeunes ingénieurs, en particulier dans les activités à haute valeur ajoutée, n'auront en fait à manager... qu'eux mêmes ! L'évolution des statuts (davantage de consultants ou d'indépendants) comme celle de l'organisation des entreprises et du travail (sous-traitance, délocalisation des activités de production...) tendent à réduire la fonction d'encadrement. Mais le management transverse, c'est-à-dire le pilotage de projets qui fait appel à des individus et des équipes dont on n'a pas la responsabilité hiérarchique, et qui est d'ailleurs moins simple, continuera à prendre de l'ampleur.

### Adapté à l'international

Il faut ici utiliser les bons termes. L'expatriation proprement dite ne concerne aujourd'hui que 15 % des

(7) Henri Fayol, Administration industrielle et générale, Discours prononcés à la séance de clôture du Congrès international des mines et de la métallurgie le 23 juin 1900.

ingénieurs et il y a peu de chances qu'elle prenne beaucoup plus d'ampleur, même si la proportion d'ingénieurs concernés individuellement à un moment ou un autre de leur carrière augmentera, elle, certainement.

Mais dans le cadre d'une mondialisation de l'économie chaque jour plus patente, tout ingénieur est ou sera amené à échanger avec des interlocuteurs étrangers (clients ou fournisseurs), et faire de courts déplacements, voire quelques missions.

Il sera ainsi confronté à des cultures différentes (ce qui va de la manière d'organiser et de conduire les réunions, à la gestion des conflits ou au style de prise de parole en public, comme aux habitudes alimentaires ou vestimentaires).

Il aura donc de plus en plus à «penser international» et à être formé dans cette perspective, ce qui commence par l'approfondissement des langues et des cultures étrangères, domaine dans lequel la France a des progrès certains à accomplir.

On attend par ailleurs d'un ingénieur un certain nombre de compétences et d'aptitudes traditionnelles, ancrées sur des savoirs scientifique et technique, qui lui permettent une vision plus large (au-delà de sa formation d'origine) favorisant l'intégration d'autres domaines, et le développement de ses capacités d'innovation.

### Expert à large vision

Il faut s'entendre : il n'est pas forcément le spécialiste, l'expert du domaine, ce qui le différencie du chercheur, mais il a une certaine expertise. Au cours de sa formation, puis généralement au cours de ses premières années de vie professionnelle, il aura développé une compétence technique et surtout une manière d'aborder les problèmes qui lui permettront d'apporter une valeur ajoutée dans un environnement pluridisciplinaire. Faute de cette spécificité, il se retrouvera en concurrence avec d'autres cadres diplômés qui seront eux experts en management.

### Ensembleur et intégrateur

L'expertise évoquée plus haut n'est pas isolée, elle se combine à d'autres, venues d'horizons divers, qu'il convient de faire cohabiter et d'assembler (ingénieur vient bien de génie et non *d'engine* comme dans le concept anglo-saxon facteur d'incompréhension pour nos diplômés). Si dans certains domaines comme le spatial, l'ingénieur intégrateur est un poste clairement identifié, ce type d'activité et de compétence concerne en fait tout ingénieur et implique ouverture d'esprit, curiosité, qualités relationnelles...

### Innovateur et créateur

On attend aussi de l'ingénieur qu'il ait des idées, si possibles nouvelles, qu'il réponde aux questions qui se posent mais aussi qu'il sache poser des problèmes, de plus en plus complexes, de plus en plus transverses à de multiples disciplines, souvent de plus en plus éloignés de son seul champ initial.

Il doit aussi bien sûr sortir du seul champ technologique. On a assez reproché aux ingénieurs de faire des produits sophistiqués qui ne répondaient pas aux besoins des utilisateurs finaux. L'écoute du client, qu'il soit interne et externe, la prise en compte des comportements, des méthodes et des modes d'activité nouveaux lui permettront de réaliser les produits et surtout les services adéquats.

A côté de ces qualités traditionnellement attendues d'un ingénieur-cadre, des postures plus nouvelles, liées davantage à l'évolution des modes de travail et des grands courants de la société qu'à l'évolution technologique, devraient faire partie de son bagage : être aussi un veilleur, un étudiant (à temps partiel !), un surfeur agile, un citoyen.

### Veilleur et étudiant

La prévision est un art difficile et si les erreurs sont nombreuses, elles sont pardonnables. Mais négliger des courants émergents ce n'est plus une erreur, c'est une faute. La vigilance, la curiosité, sont indispensables mais pas toujours partagées. Être le meilleur dans son domaine ne suffit pas : le monde bouge autour de soi. L'ingénieur devrait ainsi pouvoir périodiquement retrouver une position d'étudiant (sinon un statut...), dans le cadre de cette formation tout au long de la vie qui est un droit affirmé pour chacun.

Si cela a bien été intégré dans les activités à forte connotation scientifique qui exigent le renouvellement ou le rafraîchissement du bagage disciplinaire, il est moins facile d'y inclure l'évolution des comportements individuels et des méthodes de travail collectif.

### Agile et réactif

Le nouvel ingénieur devra probablement faire preuve de capacités d'adaptation accrues, mobilité et agilité, dans son activité mais aussi dans son statut.

Les carrières mono entreprises sont bien sûr beaucoup plus rares qu'avant. On peut néanmoins noter que certaines des plus belles entreprises mondiales sont pilotées par des dirigeants issus du rang, et que mobilité ne veut pas dire agitation ou butinage.

La mobilité interentreprises et surtout la mobilité fonctionnelle font depuis longtemps naturellement partie du cursus professionnel. Ce qui peut paraître nouveau,

ce sont les changements de statut que l'on constate plus souvent. Alors que l'essentiel de l'emploi était constitué de contrats salariés, à durée indéterminée, la situation pourrait être plus complexe et diversifiée.

Déjà, dans les périodes d'emploi difficiles, de nombreux cadres de haut niveau ayant perdu leur emploi ont adopté le statut de consultant. Mais c'était alors plus une contrainte qu'un choix délibéré. Ce ne sera plus le cas (au moins pour une partie d'entre eux).

Le recentrage sur le cœur de métier conduisant à externaliser un plus grand nombre de fonctions, il y a place pour des micro entreprises prenant en charge telle ou telle fonction. L'entreprise unipersonnelle, le portage par une société spécialisée offrent des conditions de travail répondant mieux aux souhaits de vie professionnelle de beaucoup de jeunes diplômés, qui doivent néanmoins avoir le goût du risque (comme lorsqu'il s'agit de créer une entreprise).

Mais c'est un choix raisonné. Il n'y a d'ailleurs pas de cloisons étanches ni d'étapes obligées. On peut imaginer des parcours naviguant entre ces différents statuts en fonction des besoins des entreprises et surtout des souhaits des individus.

### Citoyen

Enfin, l'ingénieur se doit d'être citoyen, avec une responsabilité à la fois morale et sociétale.

Morale, car sa situation et l'honnêteté intellectuelle attachée à la démarche scientifique, l'obligent au respect d'une éthique et à l'exemplarité, exigences parfois difficiles à tenir quand le pouvoir vous grise.

Sociétale, aussi, car les choix technologiques peuvent engager le fonctionnement de la société parfois pour des dizaines d'années. La responsabilité de l'ingénieur est d'intégrer dans ses choix d'autres paramètres que le coût direct et l'efficacité immédiate, tels les coûts indirects, y compris ceux qui seront supportés par les générations futures.

La responsabilité, c'est aussi de faire connaître clairement sa démarche et les raisons de ses choix. Le goût du secret longtemps pratiqué sur certains grands programmes est contre-productif, et suscite craintes et suspicions dans notre société audiovisuelle de l'immédiateté et de l'universalité.

Mais comment le GET et ses écoles se préparent-ils à former leurs élèves ingénieurs pour les doter à la fois de toutes ces aptitudes ?

## LA FORMATION DE L'INGÉNIEUR DE DEMAIN DANS LES ÉCOLES DU GET

Ayant l'ambition de former les cadres de haut niveau de la société de l'information, les écoles du GET entendent résolument conserver une démarche pédagogique

et scientifique ambitieuse en restant positionnées sur l'excellence.

Le GET forme ses élèves ingénieurs en leur donnant une forte culture scientifique orientée vers l'innovation dans le domaine des TIC et une sensibilisation à la culture managériale qui inclue des enseignements en sciences humaines, économiques et sociales.

Le GET promeut auprès de ses élèves le goût d'entreprendre avec une formation spécifique à l'entrepreneuriat et un soutien à la création d'entreprise. Les projets de création d'entreprise des élèves sont étudiés, sélectionnés et aidés par les équipes spécialisées du GET. Pour donner à ses élèves un champ d'action plus large, le GET travaille en partenariat avec ses homologues européens, notamment dans le cadre du projet *ET-Net (European Technology entrepreneurship training NETwork)* initié et porté par le GET. Ce projet vise à susciter et faciliter la création d'entreprise dans le secteur des technologies de l'information au niveau européen.

Au plan international, des partenariats solides avec des établissements homologués ont conduit à des accords de double diplôme qui alimentent maintenant régulièrement les filières principales. Les élèves des écoles du GET se trouvent ainsi confrontés à l'interculturel en côtoyant quotidiennement des élèves venant de différents pays du monde, qui représentent actuellement plus de 30 % des diplômés. Le développement de ces accords constitue actuellement un élément stratégique déterminant pour toutes les écoles du Get. Il favorise une mixité étudiante et prépare les futurs diplômés des écoles du GET à travailler dans un environnement international. Il élargit le vivier des recrutements, pour pallier la contraction des viviers nationaux, et donc privilégier les pays disposant d'étudiants de bon niveau. Enfin, il concourt indirectement au développement de l'industrie et des services français, en donnant la préférence aux pays développés ou à fort potentiel de développement.

Pour que cette internationalisation conforte l'excellence des écoles, celles-ci doivent pouvoir être comparées et rester attractives face à de « nouveaux concurrents ». C'est pourquoi les écoles du GET ont élaboré une offre de formation conforme aux standards européens (référentiel *Graduate Schools* pour les programmes notam-

ment) et visent à obtenir des « labels de qualité » internationaux lorsqu'ils sont pertinents.

L'importance croissante des technologies de l'information, de l'innovation, de la compétitivité de la recherche et de l'enseignement supérieur dans le développement économique incite à développer les synergies entre l'enseignement supérieur et la recherche. En associant les étudiants aux travaux de recherche et en développant la formation par la recherche, l'école met le futur ingénieur au contact des réseaux tissés par les enseignants chercheurs. La qualité du corps professoral prend, dans ce cadre, y compris pour ce qui concerne l'enseignement, une importance accrue, puisqu'il doit à la fois disposer de compétences scientifiques ou managériales et d'une aptitude à transmettre le savoir aux élèves.

Ainsi, les enseignants-chercheurs du GET participent-ils à des projets de recherche nationaux et européens en partenariat avec des organismes de recherche de premier rang tels que le CNRS, l'Inserm, le Cnes tout en s'impliquant, aussi, dans l'innovation technologique en collaboration avec les entreprises de pointe du domaine des TIC. Ils sont par ailleurs évalués à la fois sur les activités de recherche et d'enseignement, évaluation faite en tenant compte du retour des élèves et des partenaires de recherche. Si nécessaire, le GET leur propose des formations en management d'équipes R&D, en management hiérarchique ou transversal, en communication et en pédagogie.

Le GET mène bien sûr également des réflexions prometteuses sur les nouveaux outils pédagogiques basés sur les technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement.

Enfin, pour accompagner les ingénieurs qui doivent s'adapter aux nouvelles technologies et aux nouveaux métiers et ont besoin de se former tout au long de la vie, les écoles du GET développent leur activité de formation continue. Associée à la formation initiale et à la recherche, elle permet de rendre complète la réponse du Groupe aux attentes de ses « clients ».

Ainsi, le GET et ses écoles ont l'ambition de mettre à disposition de cette société de l'information et de la connaissance de demain les ingénieurs capables d'être les stratèges et les acteurs.