



**LA PROSPECTIVE DU
TRAVAIL DES INGENIEURS
ET CADRES**

HORIZONS DE LA FORMATION

HUBERT BOUCHET

Janvier 2006

*Publication réalisée dans le cadre de la convention conclue entre la CGT-FO et l'Institut de
Recherches Economiques et Sociales (IRES)*

La prospective du travail des ingénieurs et cadres
Horizons de la formation

Hubert BOUCHET

Union des Cadres et Ingénieurs –Force Ouvrière

Agence d'objectifs FO-IRES

Janvier 2006

EDITORIAL

Hautement diplômé et naturellement doté de connaissances qui lui permettent d'occuper des fonctions scientifiques ou techniques visant à créer, organiser et diriger des travaux, l'ingénieur s'est affirmé dans l'histoire comme un cadre de prestige.

Si cette singularité nous ramène à la conception élitiste de certains corps de métiers propre à la France, l'ingénieur du 20^{ème} siècle n'en a pas moins participé activement aux succès industriels dont notre environnement porte la marque : de l'Etat, de l'Armement, de Système ou militaire, la corporation est associée aux victoires scientifiques médicales, technologiques et par conséquent au progrès social qui a découlé du cheminement des découvertes jusqu'à leur application.

Mais, à la réussite des trente glorieuses, a succédé un recul absolu d'activité, des secteurs entiers finissant par sombrer quand d'autres poursuivent des restructurations permanentes fragilisant en particulier le domaine industriel, délaissé au profit des services. Financièrement appauvri pour cause de retour sur investissement à trop long terme le champ de l'innovation a périclité, l'ingénieur subissant le contrecoup de ce désintéressement.

L'étude d'Hubert Bouchet, (responsable de l'Union des Cadres et Ingénieurs Force Ouvrière) « prospective du travail des ingénieurs et cadres », expose d'une façon historique leur apport au siècle de progrès sur la base d'un jeu de références qui doit permettre, loin de la nostalgie, de renouer le fil entre passé et avenir. La formation demeure l'élément fondamental pour intégrer la rapidité et la complexité des avancées du savoir et du mieux être, promises par l'exploitation des nouvelles technologies.

Au-delà des circonstances économiques qui ont affaibli la fonction, l'auteur démontre le rôle moteur de l'ingénieur pour le développement de la société.

Marie-Suzie PUNGIER,

Secrétaire confédérale en charge de l'Economie et de l'Enseignement

SOMMAIRE

INTRODUCTION	9
CHAPITRE 1. L'INGENIEUR A LA CROISEE DES CHEMINS	13
1.1. DES DEFINITIONS PLURIELLES	14
1.2. DES COMPETENCES PLURIELLES	16
1.3. POPULATION ET EMPLOIS CONTRASTES	20
1.4. UN POLYTECHNOPHILOSOPHE	27
1.5. PENURIE OU SURNOMBRE ?	30
CHAPITRE 2. LA FORMATION INITIALE	39
2.1. LES GRANDES ECOLES ET LE RESTE	42
2.2. LES ECOLES D'INGENIEUR, PONTS ET PASSERELLES	45
2.3. LES FORMATIONS UNIVERSITAIRES	51
2.4. LES PROGRAMMES DE FORMATION INITIALE SONT-ILS ADAPTES AUX BESOINS DE L'ECONOMIE ?	54
CHAPITRE 3. LA FORMATION CONTINUE	57
3.1. PICS : PROGRAMME INGENIEURS ET CADRES SUPERIEURS	60
3.2. CESI : CENTRE D'ETUDES SUPERIEURES INDUSTRIELLES	61
3.3. LES ANCIENNES NOUVELLES FORMATIONS (NFI)	64
CHAPITRE 4. INGENIEUR : UNE VOCATION CONTRARIEE	69
4.1. INSERTION	73
4.2. PROFIL DE L'INGENIEUR IDEAL	75

4.3. LES ATTENTES DES JEUNES INGENIEURS	77
CHAPITRE 5. BARRIERES, INEGALITES, TENSIONS	81
5.1. ECARTS DE SALAIRE.....	81
5.2. LA FEMINISATION	82
5.3. L'ORIGINE SOCIOPROFESSIONNELLE DES ETUDIANTS DES GRANDES ECOLES.....	84
CHAPITRE 6. LA SITUATION A L'ETRANGER.....	87
6.1. LE RAYONNEMENT INTERNATIONAL	87
6.2. L'EUROPE	90
6.2. ETATS-UNIS : LE DESORDRE.....	94
6.3. LE JAPON EN BREF	95
6.4. SYNTHESE.....	96
CHAPITRE 7. PERSPECTIVES	97
7.1. INGENIEURS : QUI SONT-ILS, QUE FONT-ILS, COMMENT VONT-ILS ?.....	97
7.2. « MODERNISATEUR » POUR LE MEILLEUR ET POUR LE PIRE.....	98
7.3. LE POUVOIR GRIS	99
7.4. UN BOUC EMISSAIRE	99
7.5. UN INGENU, UN INGENIEUX, UN INGENIEUR	101
7.6. DEFICIT D'IMAGE OU TROP PLEIN ?	101
CONCLUSION : HORIZONS DE LA FORMATION ?	103
ANNEXE : LA RECHERCHE, LE TRANSFERT ET LA VALORISATION DANS LES GRANDES ECOLES	105
BIBLIOGRAPHIE	107

INTRODUCTION

Ingénieurs et cadres se sont historiquement définis par rapport à leurs secteurs d'activité. Ils étaient de la chimie, de la métallurgie ou encore l'agriculture. Les spécificités du travail des ingénieurs et des cadres se sont profondément altérées au cours de la période récente. Tout à fait révélateur est l'accroissement de la transversalité qui se manifeste concrètement par le souci d'un nombre croissant d'ingénieurs d'acquérir une double quand ce n'est une triple compétence. Le tracé des frontières traditionnelles en est naturellement affecté.

Cette mutation conduit à nous interroger sur la fonction des ingénieurs et cadres et sur leur travail et conditions de travail et le type de formation qu'exige un environnement nouveau. L'évolution des repères traditionnels évoquée dans les précédentes études de l'Union des Cadres et Ingénieurs Force Ouvrière¹ exige une nouvelle analyse prospective.

¹ Parmi les contributions récentes de l'UCI-FO à l'agence d'objectifs FO-IRES, *Femme et Cadre*, été 2003 ; *Rationalisation économique et précarisation du travail des cadres*, décembre 2004

Inventorier les pratiques et analyser l'évolution des repères traditionnels, ainsi que le développement de la transversalité des compétences est aujourd'hui nécessaire afin d'identifier les stratégies de formation à mettre en œuvre pour l'avenir en tenant compte, entre autres, d'enjeux nouveaux ou d'acuité nouvelle. Parmi ces derniers, la mondialisation et le contexte économique et social ultra compétitif qui en découle conditionne l'environnement du travail et de la formation des ingénieurs. Le travail même des cadres et des ingénieurs est au cœur d'une complexité que le mouvement de la technique ne cesse de métamorphoser. Même si toutes ne le sont pas pareillement, aucune fonction de cadres et d'ingénieurs n'échappe à cette double réalité de la mondialisation et du développement technique par certains aspects irrésistibles. C'est à la lumière de l'existant et à l'aune de ces aspects nouveaux ou renouvelés de la réalité que se dégagent les horizons de la formation des ingénieurs, objet de cette étude.

Après avoir rappelé la diversité des définitions de ce qu'est un ingénieur et la pluralité de ses compétences, l'étude présente s'attachera à rappeler les évolutions récentes – érosion des spécificités, gestion des risques, accroissement de la transversalité – et les changements rapides qui affectent la profession toute entière au point de donner un sentiment d'intranquillité permanente. Nous examinerons ensuite les stratégies de formation, initiale et continue, les plus appropriées à préparer l'ingénieur de demain.

La méthode

Pour produire un état des lieux des transformations à l'œuvre dans la pratique du métier de cadre et ingénieur ainsi qu'un diagnostic sur l'adéquation des dispositifs de formation tant initiale que continue, nous avons procédé essentiellement par **analyse documentaire**.

La recherche bibliographique a porté sur :

- la revue de presse de revues spécialisées comme *Courrier cadres, l'Usine nouvelle...*, ou de journaux ou magazines plus généralistes comme *Le Monde, Le Point...*
- le dépouillement de catalogues de formation, et en particulier le guide "Bouchon"
- l'analyse de rapports sectoriels et thématiques sur la formation, le salaire des ingénieurs, etc
- une recherche de sources Internet
- des compte rendu de colloques, etc...

On trouvera en note de bas de page les références des principales sources et articles consultés.

En complément de ce travail documentaire, nous avons réalisé 3 entretiens approfondis d'experts afin d'éclairer du point de vue de leur pratique professionnelle les informations recueillies dans la phase documentaire.

Ont ainsi été rencontrés :

➤ Guy Gautherin, chargé de mission pour les formations ingénieurs à la Direction du Ministère de l'Education nationale

➤ Hervé Juvain, PDG de Eurogroup, groupe de conseil indépendant, leader en France, intervenant dans trois activités complémentaires dans le conseil aux entreprises : l'organisation, la stratégie, les ressources humaines

➤ Christiane Rabasse, responsable pédagogique et des études de l'Ecole d'ingénieurs du CESI

Ces entretiens, d'une durée de deux à deux heures trente, enregistrés au magnétophone ont donné lieu à un décryptage qui a fait l'objet d'une analyse de contenu. Ces éléments de réflexion sont venus enrichir et approfondir les constats effectués dans la phase documentaire.

Chapitre 1. L'ingénieur à la croisée des chemins

Ingénieur : « Celui qui invente, qui trace et qui conduit des travaux ou des ouvrages »... Cette entrée dans la définition du terme d'ingénieur par le Littré en fait un savant et un réalisateur. Son action se déploie tous azimuts comme en atteste l'histoire qui a recensé des ingénieurs militaires, des ingénieurs géographes, des ingénieurs opticiens, des ingénieurs agronomes ou encore des ingénieurs hydrographes, chimistes, mécaniciens...

Cette panoplie donne une idée de ce que recouvre l'appellation ingénieur dont l'expression de l'art couvre l'ensemble de l'activité humaine. De la dynamique même de cette dernière a résulté des sollicitations qui ont toutes interpellé les fonctions de l'ingénieur désormais moins spécialiste, jusqu'à revêtir de multiples identités appelées par des compétences évolutives au cœur des incertitudes que produisent technique et environnement.

**En France, 217 écoles proposent 745 spécialités,
pour un total de 28 000 ingénieurs diplômés
en moyenne, chaque année.**

1.1. Des définitions plurielles

Le titre d'ingénieur diplômé est protégé par l'Etat et les conventions collectives. Celui d'ingénieur tout court ne l'est pas. N'importe qui a le droit se baptiser « ingénieur en futurologie » sans que personne n'ait à redire ; en revanche « ingénieur diplômé de futurologie » supposerait un cursus, et « l'estampille » de la CTI.

C'est la Commission des Titres d'Ingénieur (CTI), organisme créé en 1934, qui comprend des entreprises, des syndicats et des directeurs d'école, qui gouverne le système de formation des Ingénieurs. Elle en a l'approche que définissent ses textes. « L'activité de l'ingénieur s'exerce en premier lieu dans l'industrie, le bâtiment et les travaux publics ou l'agriculture, mais également dans les services. Elle mobilise des hommes et des moyens techniques et financiers, le plus souvent dans un contexte international. Elle reçoit une sanction économique et sociale et associe à son objet des préoccupations de protection de l'homme, de la vie et de l'environnement, et plus généralement du bien-être collectif. » Cette définition propose d'emblée une sorte de listing des domaines d'intervention – sans oublier celui des « services » qui, si l'on se réfère au tableau suivant, domine à présent les divers secteurs d'activités de l'ingénierie.

Historiquement dédié au génie militaire, puis au génie civil, l'ingénieur allait bientôt développer un artisanat destiné aux manufactures... Aujourd'hui, ses activités n'ont cessé de s'étendre pour concerner tous les secteurs de l'économie où il apporte son expertise technique. Pétrole, aéronautique, fonderie, textile..., la classification du Conseil National des Ingénieurs et des Scientifiques de France (CNISF) recense les diverses « branches » où se répartissent les ingénieurs.

Industrie, énergie	31%
SSII, services informatiques	17%
Ingénierie, bureau d'études	12%
Télécoms	8%
Agriculture, agro-alimentaire	5%
Société de conseil et d'études non techniques	5%
Fonction publique	5%
BTP	4%
Finances, banque, assurance	3%
Distribution, transport	3%

Chiffre 2000

Les ingénieurs, classiquement définis par le secteur de leur activité – on est toujours « ingénieur quelque chose », électricité, mécanique, armement ou autre –, emploient une bonne partie de leur travail à des activités non techniques. Les activités d'organisation, de management prennent le pas sur la production. C'est pourquoi, il est tout à fait pertinent de se référer à une autre classification, celle de la place de l'ingénieur dans le processus industriel, selon qu'il est : ingénieur d'affaires, ingénieur de recherche/laboratoire, ingénieur de recherche et développement (R&D), ingénieur d'études, ingénieur de fabrication, ingénieur de travaux, ingénieur commercial, ingénieur technico-commercial, ingénieur d'exploitation, ingénieur de production,

ingénieur produit/process, ingénieur qualité, ingénieur consultant/conseil, ingénieur expert, ingénieur en chef, ingénieur général... Apparaît ici la réalité de la compétence multiple.

1.2. Des compétences plurielles

A l'évidence le travail d'ingénieur s'inscrit dans un processus de production de biens ou de services. Il n'est pas seul : animateur d'équipe, gestionnaire de projet..., l'ingénieur est amené à coopérer, collaborer, composer avec les autres intervenants, supérieurs hiérarchiques, équipe d'ouvriers et techniciens, personnel des autres départements, sans parler des sous-traitants et correspondants internationaux.

Plus que par le passé, outre des qualifications spécifiques, technique, scientifique et mathématique, une des compétences premières de l'ingénieur sera son aptitude à la communication, un mot pour désigner toute une gamme de comportements et d'attitudes relativement codés et cependant difficiles à définir. Acquis sur les bancs de l'école, intégré et intériorisé en profondeur par l'expérience lors de confrontations sur le terrain, ce bagage « communication » recouvre aussi bien la maîtrise de deux langues étrangères que la maîtrise de soi, l'esprit maison ou une certaine dose de rébellion.

Le concept de transversalité qualifie ce mélange de connaissances pointues et de qualités humaines qui allient dimension solitaire et solidaire. Sans céder au mythe de la grande solitude du décideur, une part d'expertise personnelle est toujours présente dans la capacité. Cette capacité s'inscrit elle-même dans un réseau qui prend la forme de l'équipe à coordonner ou du projet à finaliser. Un ingénieur, y compris en

« Recherche et Développement », ne travaille pas en chambre. Ses qualités de sociabilité non directement techniques et instrumentales, sont donc hautement appréciables. Pour prendre seulement l'exemple de la langue, la CTI établit que désormais l'anglais ne doit plus être considéré comme une langue étrangère mais comme « langue de travail ». Naturellement cette injonction à utiliser l'anglais ne saurait faire accepter *l'imperium* universel. Il convient tout de même d'insister sur l'obligation d'une bonne formation « culture générale et plurielle », ne serait-ce qu'en raison des collègues étrangers que l'ingénieur côtoie au quotidien dans son travail. Il se doit de s'ouvrir, au-delà de la langue « à proprement parler », à la pluralité des cultures. La formation aux sciences humaines fait à présent partie de son cursus.

A cet égard, le modèle français de l'ingénieur généraliste, plus porté vers l'abstraction que vers les emplois d'application et d'encadrement de la production, est singulièrement questionné. A vrai dire, ce modèle n'existe plus que dans les livres. L'examen de la réalité atteste d'une réelle « contemporanéité » des ingénieurs français. L'internationalisation des sites, des firmes, des tâches, qui a pour premier effet la grande mobilité géographique des intervenants, exige de l'école qu'elle adapte son enseignement à cette réalité nouvelle. Et cela, au delà de l'application purement administrative des règles de l'harmonisation des systèmes de contrôle et des diplômes, en Europe.

Les changements accélérés des conditions de production ont pour effet de déboussoler les « stratégies de formation ». Parmi les changements accélérés, il y a notamment l'impact des Technologies de l'Information et de la Communication qui affectent jusqu'à la briser l'unité de temps, de lieu et d'action. La présence en un lieu

n'atteste plus de l'effectivité du travail qui, mise à part ce qui est lié à la production matérielle, peut s'affranchir d'une localisation physique. Ce qui s'apparente à une dématérialisation génère de l'incertitude causée par l'absence de produits directement palpables de l'activité. Faire avec l'incertitude devient essentiel sans que l'on sache la gérer puisqu'on n'en sait dessiner l'épure. Dès lors, face à l'imprévisible, la posture de précaution affleure par le truchement de la formation dont la réduction du risque d'obsolescence est attendue.

A titre d'exemple, entre cocooning et profil international, quel est le « bon plan », sachant que la variation conjoncturelle de la demande varie de plus ou moins 40 % par rapport à la demande tendancielle depuis dix ans. La « mobilité » – est telle que l'idée de fidélité, le sentiment d'appartenance à une firme, a perdu beaucoup de crédit. Bien malin qui peut dire s'il demeurera dans l'entreprise qui l'emploie à moyen voire à court terme. Volonté de coller à la réalité et nécessité de prendre du recul, pragmatisme et considérations plus désintéressées nourrissent les réflexions sur la formation.

Travail et formation

Comment préparer et entretenir une capacité professionnelle évolutive, à ne pas confondre avec l'employabilité court termiste, que l'entreprise tend à privilégier. Les réponses sont multiples entre :

- miser sur les nouvelles technologies ou assurer sa carrière dans une entreprise plus traditionnelle ;
- multiplier les expériences (dans des fonctions de consultant) et/ou accéder rapidement à un poste de responsabilité.

Dans tous les cas plus est à attendre de la formation et plus généralement dans l'invitation à chacun à épouser une attitude permanente d'accueil à la nouveauté.

Moins d'élitisme et plus de pratiques émulatrices

Après l'impérialisme du « total maths », après le culte des sciences pures et dures, place a été faite aux sciences dites « molles », qui sont aussi des sciences à tous les niveaux du cursus ... Les écoles d'ingénieur s'ouvrent à la philosophie et aux sciences humaines, une façon d'interroger très concrètement le métier dans ses rapports à la société. Témoin de ce besoin d'éthique : le « Code de déontologie de l'ingénieur » (publié en 1997 par le CNISF, et renouvelé depuis), le « Nouveau serment d'Archimède » (un groupement de 40 écoles) ou encore le « Manifeste pour la technologie au service de l'homme » (Institut polytechnique de Grenoble) sont quelques exemples au hasard de questionnement moral.

Avant d'examiner, dans une deuxième partie, les stratégies de formation les plus à même de préparer l'ingénieur de demain, il convient de rappeler les évolutions récentes – érosion des spécificités, gestion des risques, accroissement de la transversalité – et les changements rapides qui affectent en profondeur la profession toute entière.

Oubliés les vieux débats qui stigmatisaient une « pénurie » prétendue ou réelle d'ingénieurs adaptés aux besoins des entreprises françaises. Personne aujourd'hui ne remet plus en question le besoin de considérer les études d'ingénieur à l'aune de l'emploi. Responsables universitaires et représentants des branches professionnelles ont ensemble imaginé et mis sur pied des articulations spécifiques entre les filières

d'enseignement et le monde industriel. Les politiques sectorielles de promotion interne, apprentissage et formation continue sont devenus des leviers puissants pour favoriser l'élévation de niveaux de qualification, au demeurant très hétérogènes d'une branche à l'autre.

1.3. Population et emplois contrastés

L'hétérogénéité du monde des ingénieurs est un trait caractéristique du groupe, en France et dans les pays comparables. Cela signifie que la traditionnelle opposition entre ingénieur, d'un côté, technicien supérieur, de l'autre, n'est plus aussi tranchée. Dans le très large spectre, qui va des « super techniciens » (40 %), aux cadres dirigeant une équipe technique ou de production (40 %) et aux managers (18 %), les ingénieurs se distribuent à tous les échelons de la hiérarchie, comme en témoigne le tableau page suivante.

A lire la définition du métier d'ingénieur, glanée dans un dictionnaire « branché » sur Internet – que l'on pourra avantageusement comparer à celle plus officielle de la CTI précédemment citée – on s'interroge : une définition de dix lignes, et au bout du compte aucune démarcation claire entre « ingénieur » et « technicien supérieur », serait-ce qu'elle n'existe pas ?

Dominante	Fonctions	Types d'entreprise
Recherche & développement (46,9%) concevoir, calculer étudier, tester simuler, innover, créer	R&D Gestion de projet Industrialisation Bureau d'études Ingénierie, etc.	Plutôt les grandes entreprises : électronique, aéronautique, informatique, pharmacie, chimie
Organisation (9,9 %) organiser, préparer, structurer, entretenir, contrôler, planifier, rationaliser	Méthodes Maintenance Qualité Ordonnancement Logistique Planification Gestion de production	• Qualité demandeurs : les secteurs automobile, chimie, informatique • Maintenance importante demande
Systèmes d'information (24,8 %) analyser, décrire, traduire en procédures, description fonctionnelle définir le matériel support, choix des logiciels exploitation, sécurité	Analyse Programmation Gestion de projet	Sociétés de service, pour la mise en place de nouvelles applications et de nouveaux dispositifs
Production (11,6 %) produire, animer encadrer, motiver acheter, décider	Fabrication Exploitation chantier	Demande dans les PME, dans les secteurs mécanique, métaux, matériaux
Management (4 %) piloter, prévoir, diriger, coordonner	Direction d'usine Direction de département Direction de filiale Direction générale	Importants besoins des PME
Commercial (2,8 %) négocier, convaincre communiquer	Technico-commercial Ingénieur d'application	Besoins dans toutes les catégories d'entreprises

(chiffre 2000)

« Le métier d'un ingénieur consiste à concevoir, coordonner et mettre en œuvre des solutions matérielles ou logicielles à des problèmes variés de nature technique, sous des contraintes de temps et de ressources. Les ingénieurs sont employés par des entreprises industrielles ou de services, des organismes publics, des collectivités ou l'Etat. Les ingénieurs remplissent des fonctions variées, qui se rattachent aux études et au développement, à la mise en place de systèmes d'information, à la production et aux tâches connexes, à la logistique et aux relations avec les clients. » Personnalité appartenant théoriquement à l'élite du monde de l'industrie et des services, le statut de l'ingénieur est très contrasté selon la fonction, les relations de travail et d'autorité que l'ingénieur assume au quotidien.

Claude Dubar, Professeur de Sociologie à l'Université de Versailles-St-Quentin-en-Yvelines a catégorisé quatre façons de considérer la profession :

- comme déclaration. C'est l'**identité** professionnelle ;
- comme fonction. C'est la **position** professionnelle ;
- comme métier. C'est la **spécialisation** professionnelle ;
- comme emploi. C'est la **classification** professionnelle.

Ainsi, après leur spécialisation en génie civil, le jeune ingénieur Nicolas sera recruté par une entreprise du BTP (Bouygues, Colas, etc.) ; Pierre, par un bureau d'études du secteur ; Alain, par une entreprise (type Auchan, Carrefour ou la SNCF) qui fait construire des bâtiments ou des installations ; Guy ira chez un promoteur ; Hervé entrera dans une banque de l'immobilier – car, bien sûr, les ingénieurs employés dans le secteur bancaire n'exercent pas tous des fonctions financières. La plupart vont

intervenir sur la maîtrise d'œuvre des études informatiques, sur ces études elles-mêmes, sur la modélisation des investissements, dans des fonctions d'audit...

Des fonctions multiples

- Conception et élaboration de maquettes de produits nouveaux (calculs, simulation, essais) ;
- Etudes de mise en fabrication ;
- Construction des unités de production ;
- Exploitation des unités de fabrication ;
- Activités d'accompagnement
- (entretien, achats, suivi qualité, sécurité) ;
- Activités de logistique et de transports ou de stockage ;
- Conseil à l'application (technico-commercial) ;
- Mise en place de systèmes d'information ;
- Tâches d'administration technique.

1.3.1. Des parcours de combattant entre rêve et réalité

La diversité des trajectoires est avérée, comme le confirme le « Rapport Geste – Ingénieurs et cadres »², commandé par la Délégation Générale à l'Emploi et à la Formation Professionnelle (DGEFP), qui recense toutes les études spécifiques portant sur la population des ingénieurs. C'est aussi ce qui ressort des « projections dans le futur », une des épreuves demandées aux candidats ingénieurs lors de leur entretien préliminaire d'entrée au Cesi. Pour mieux comprendre leurs motivations, on leur demande d'imaginer où ils se trouveront cinq ans plus tard. Ils doivent réaliser un montage, simple collage de textes et photos, de cette réalité future. Un exercice révélateur de leur choix de formation, de leurs motivations. L'un sera « ingénieur chez

² Alain Chataignier et René Eksl (mai 2002),

GS, grand magasin spécialisé dans le sport, dessinant des t-shirts nouvelle matière » ; un autre se verra « présidant une table ronde et donnant ses ordres : “Je dis comment faire et les autres font” »... Au-delà de la fantaisie des situations envisagées ou de leur conformisme, l’objectif qui emporte les suffrages reste celui d’« avoir des responsabilités ». Synonyme pour certains de ne plus se faire de souci !

« Donner des ordres et non plus les subir », « mettre fin au stress »... La formation se charge de préparer l’apprenti ingénieur à confronter ses espérances aux réalités de l’entreprise...

1.3.2. Des pro

Polyvalents répartis dans des spécialités variées, les ingénieurs partagent des compétences et des valeurs communes. Chez les moins de trente ans (24 % des ingénieurs), l’attitude traditionnelle de loyauté et de fidélité à l’entreprise a cédé le pas à une nouvelle conception du « professionnalisme ». Les jeunes savent très bien qu’ils ont peu de chance de terminer leur vie professionnelle dans la même entreprise. « C’est entré dans leur référentiel ». Cela fait un moment qu’ils ont cessé d’être coresponsables de la maison, pour être des employés « presque » comme les autres.

Même si le titre d’ingénieur a gardé de son prestige et continue de séduire le meilleur des terminales scientifiques, ce sont à présent les actionnaires, les financiers qui sont aux manettes bien plus que les ingénieurs. Le pouvoir technique est sous contrôle. La réussite technique – telle la magnifique prouesse du Concorde jadis – ne suffit pas, encore faut-il qu’elle soit rentable.

Pour mener à bien un projet, il convient qu'il soit acceptable économiquement. Un des effets induits par la pression du marché est l'acquisition par de très nombreux ingénieurs d'une double compétence, une double formation : après les cinq ans d'études d'ingénieur, l'un fera un an de finance, l'autre de la gestion. L'accès au poste de manager, qui allait de soi dans le passé, passe par ces compléments de formation.

L'intégration croissante d'une grande partie des ingénieurs à l'univers social et idéologique des salariés renforce le détachement par rapport à ce qu'on appelait jusque-là « l'esprit maison ». Le phénomène constaté par Henri Lasserre³ en 1984, s'est confirmé. Les DRH (Directions des Ressources Humaines) elles-mêmes prônent l'idée de mobilité, et l'ancienneté n'est plus une valeur très marchande ; elle ne mérite certainement pas d'être mise en avant dans un *curriculum vitae* d'ingénieur. Savoir où l'on sera cinq ans plus tard, quand les entreprises changent de main tous les six mois, faire des projections à moyen terme, exercice recommandé par le Cesi, n'est-ce pas tirer des plans sur la comète ? A la belle envolée d'E.T. Layton, selon qui l'art de l'ingénieur relève des sciences du génie, libérées du positivisme appliqué qui les avait enfermées depuis plus d'un siècle, se font jour des questions plus « terre à terre », inimaginables il y a peu, de sous utilisation des compétences et de surqualification, ou encore de temps de travail et de salaire.

Certes les problèmes du chômage ne se posent pas pareillement. Pas encore, car il existe une « population résiduelle » d'ingénieurs, et l'offre d'emploi peut se faire

³ Henri Lasserre, « Systèmes de représentation et idéologies des ingénieurs français », in Culture technique n° 12.

attendre, moins que pour le reste de la population active, mais suffisamment pour que l'ingénieur soit amené à composer avec des propositions parfois peu alléchantes. Des salaires qui n'ont pas bougé depuis quinze ans, des entreprises qui sont achetées, revendues, rachetées, un accueil à l'embauche lors de contrats d'apprentissage tout à fait décourageant – « Tu t'installes dans le bureau. On t'appellera quand on aura du travail à te donner » – expliquent une certaine morosité des jeunes à l'égard du métier.

1.3.3. Voyageurs sans frontière

La mobilité, celle des emplois, celle des étudiants, celle des ingénieurs, est aujourd'hui une donnée première, sans qu'on sache toujours ce qu'elle veut dire. Carte de visite ou cache misère ? Toujours est-il que les cursus inscrivent souvent un séjour de six mois à l'étranger dans leur programme, et que les nouveaux venus sur le marché du travail choisissent l'exil provisoire et volontaire « avant de s'installer dans d'autres contraintes ». La dimension de « l'international » évidente quand il s'agit de travailler dans la filiale d'une multinationale est à présent intériorisée jusque chez l'ingénieur en PME traditionnelle.

Selon une étude du Centre d'Etudes et de Recherches sur les Qualifications (CEREQ), 29% des jeunes sortis de l'Enseignement Supérieur et 63% des diplômés des écoles d'ingénieurs, ne résident plus dans la région où ils ont suivi leur dernière année de formation, cinq ans après l'achèvement de cette dernière contre 11% des jeunes issus de l'enseignement secondaire et 35% pour les titulaires d'un DUT. Cette mobilité s'avère en général bénéfique en terme de qualité et de sécurité d'emploi.

1.3.4. Au sommet d'échelles branlantes

Les trois sens de l'ancien français « engigneur » – celui qui est doué d'esprit, celui qui met en œuvre des inventions, celui qui produit des machines – précisent les contours d'un métier qui suppose un aller-retour permanent entre spéculations abstraites et réalités circonstancielles. Engigneur, ainsi nommé parce que « doué d'engin et d'intelligence rusée ». Cette polyvalence de connaissances et de mise en pratique donne à l'ingénieur son trait singulier : celui qui sait concilier des exigences écartelées. Il est tout à la fois celui qui met le savoir en pratique et le professeur Cosinus haut perché dans sa tour d'ivoire, le technicien de terrain et le savant désintéressé. Préoccupé de considérations marchandes, l'ingénieur inscrit son travail dans un processus global et complexe, dominé par la compétition internationale.

L'obligation est faite aux étudiants de ne pas se contenter de la seule logique, future hypothético-déductive, pour appréhender les problèmes industriels, techniques et humains. D'où l'inflation des sciences humaines dans la formation de l'ingénieur, matheux et désormais poète : bien placer une citation dans une communication, c'est le b.a.ba du métier.

1.4. Un polytechnophilosophe

Trois sortes de connaissances et de savoir faire – théoriques, réflexifs, intuitifs – font l'objet d'un enseignement dit **transversal**. A l'arrivée, une tête bien faite et bien pleine d'ingénieur, c'est :

- un bagage de connaissances scientifiques et technologiques plus ou moins spécialisées (sans oublier, une base solide de mathématiques, point de passage obligé pour comprendre les sciences physiques, chimiques ou biologiques) ;
- un esprit de méthode, que confère l'apprentissage d'un vaste ensemble de disciplines, telles l'économie, la comptabilité, les sciences humaines. De cette transdisciplinarité, il ressort un corpus mi-pratique, mi-formalisé d'aptitudes à l'identification de problèmes – savoir les poser et éventuellement les résoudre ;
- le goût de la communication. Conduire une réunion, formuler des objectifs, prendre une décision, coordonner l'action de spécialistes, gérer son temps et celui des autres exigent de posséder tout le répertoire, le code des comportements de « communicateur » patenté. Charisme de « leader », amour du travail en équipe sont des atouts qui assurent la cohésion du groupe et favorisent la menée à bien des projets professionnels.

Cohérence, respect, courage... Au carrefour des savoirs scientifiques, technologiques, méthodologiques et pratiques, l'alchimie des compétences de l'ingénieur s'exprime dans la continuité d'une action, inscrite dans une réalité dynamique. Acteur social ayant à gérer ses rapports aux autres, l'ingénieur, à la fois manager et technicien, compose avec la complexité des relations humaines, l'entreprise étant directement confrontée aux mutations de la société. A cet égard, l'obligation d'un bon niveau de culture générale, loin d'être sous-estimée, donne le ton à la multitude de savoirs particuliers.

La dimension humaine des compétences de l'ingénieur s'exprimait, au XIXe siècle, par le sentiment partagé d'œuvrer au développement de la société. Dans le contexte

économique et social ultracompetitif d'aujourd'hui, les qualités humaines de l'ingénieur se recyclent en deux traits basiques :

- avoir du tempérament (« un timide ne peut pas être un ingénieur ») ;
- savoir bon moral garder.

Si l'enquête de l'APEC sur le moral des cadres (2003) montre que ceux-ci restent en majorité motivés par leur travail, elle révèle toutefois une fracture nette avec leur employeur : 46 % prennent du champ vis-à-vis de l'entreprise qui les emploie. Le principe de fidélité, battu en brèche par l'entreprise elle-même, a fait place à un sentiment d'insécurité. En langage de cadres, il se traduit par l'utilisation de mots comme « distance constructive », « détachement raisonné ». Et par la revendication prioritaire, notamment chez les jeunes, du droit à une vie privée à côté de leur vie professionnelle.

Une autre enquête de l'APEC « Cadrotype 2005 » mesure la motivation des cadres. Pour ce faire, il a été demandé aux cadres de situer l'intensité de leur plaisir à aller travailler, sur une échelle allant jusqu'à 10. Les critères retenus sont :

- Une augmentation de la rémunération,
- Une charge de travail plus équilibrée,
- Une reconnaissance des compétences,
- Une meilleure ambiance de travail,
- Davantage de responsabilités,
- De meilleures conditions matérielles de travail,
- Un travail plus intéressant,
- Un équilibre entre la vie professionnelle et la vie privée.

53% des cadres considèrent avoir une motivation forte et donnent une note moyenne de 7,8. 35% ont une motivation dite « moyenne ». Ils donnent une note moyenne de 6,5. Enfin, 12% des cadres estiment avoir une motivation faible et donnent une note de 5,3. La note moyenne de l'ensemble des cadres est relativement élevée : elle s'établit à 7,1.

1.5. Pénurie ou surnombre ?

Dans les transports et le commerce de gros, les activités financières et les « utilities » (eau, gaz, électricité)..., les ingénieurs sont partout, même si le marché du travail est moins favorable. On les trouve dans les petites entreprises presque autant que dans les grosses : sur un total de 493 300 ingénieurs diplômés, près de 65 % travaillent dans des entreprises de plus de 500 salariés et 40 % dans celles de plus de 5 000.

Le secteur automobile mis à part, le secteur des services prédomine. A noter que cette appréciation « statistiquement positive » ne coïncide pas exactement avec le système de représentation où depuis les années 2000, les cadres estiment que la relation cadres-entreprise a connu de profondes mutations. L'entreprise est passée du modèle entrepreneurial à un modèle dit « financier ». Ce modèle marqué par la mondialisation, est fondé sur une logique financière. Le pouvoir de l'actionnaire prime, il est désincarné. Les décisions sont prises en dehors du territoire de l'entreprise. Les cadres découvrent alors la prégnance du marché à travers les actionnaires et le client. La rentabilité est le maître mot. Ce modèle privilégie les valeurs fondées sur la mesure des résultats et le pragmatisme : l'opérationnalité immédiate, la flexibilité, le coût salarial.

Les valeurs relationnelles perdent du terrain. La position du cadre est selon eux « sans statut », la séparation cadre/non cadre s'amointrit.

Dans ce contexte, les cadres ont le sentiment que les valeurs individuelles et l'expérience ne sont pas reconnues dans l'entreprise. Ils estiment avoir perdu du pouvoir. Ces évolutions se traduisent par un amoindrissement du lien avec l'entreprise et par l'instauration d'une relation fondée sur le « donnant-donnant ». Les cadres se sentent vulnérables et les valeurs individuelles prennent le pas sur les valeurs collectives. Selon les cadres, ces mutations se sont encore accentuées en 2005 avec l'accélération de la mondialisation et le renforcement du pouvoir financier. L'entreprise a évolué vers un autre modèle fondé sur une logique spéculative. Le modèle financier était centré sur la rentabilité. La logique spéculative ne vise plus cette rentabilité. Son objectif est de réaliser immédiatement – au sens économique – une valeur par des fusions-acquisitions. Les cadres ont le sentiment que la logique spéculative génère une absence de temps pour développer et faire leurs preuves. L'entreprise peut en permanence changer de cap pour des raisons stratégiques, ce qui génère un manque de points de repère.

Dans ce nouveau contexte, les cadres se perçoivent comme une ressource au service du profit. Ils ont le sentiment d'être interchangeables sur le marché et de pouvoir être remplacés à tout moment. L'acquis a de moins en moins de valeur. En revanche, l'actualité des savoirs et des compétences, c'est-à-dire l'opérationnalité immédiate, est reconnue et privilégiée. Les cadres estiment que la pérennité de leur emploi peut être remise en cause par une fusion, un rachat et n'est plus liée à leur valeur professionnelle. Même en l'absence de signes inquiétants, ils se vivent dans une

« intranquillité » permanente, devant l'absence de règles et de certitudes quant à l'avenir. L'électronique (vaste domaine), l'agroalimentaire, l'aéronautique sont de gros demandeurs d'emplois. Du coup, beaucoup d'ingénieurs complètent leur formation : institut d'administration des entreprises, mastère spécialisé en gestion, etc. La banque, les compagnies d'assurance recrutent des ingénieurs pour des activités techniques, en raison de « leur cerveau bien formaté, qui ne se laissera pas décourager par les nouvelles normes de comptabilité, les modèles mathématiques des marchés financiers ou les avalanches de statistiques gérées par les services marketing. »

1.5.1. L'histoire avec une hache majuscule

On a manqué d'ingénieurs lors de la période de la reconstruction après la Seconde Guerre mondiale. Une situation en partie à mettre au compte de l'élitisme, du malthusianisme, du corporatisme d'un autre âge qui prévalaient alors et continueront à prévaloir jusque dans les années 70. Depuis, le paysage industriel a totalement changé.

L'apparition de nombreuses filières de formation devait répondre aux besoins prétendument non satisfaits de cadres techniques dans l'industrie. Néanmoins le nombre d'ingénieurs formés chaque année est resté en croissance modérée. Récemment, une chute de 5 % des effectifs des filières d'enseignement scientifique et technique de tout type inquiète, même si un phénomène identique se produit dans les autres pays industrialisés, à l'exception notable du Canada et des pays asiatiques. Les causes profondes de cette désaffection, au moment où les baby boomers approchent de l'âge de la retraite et où les besoins en leaders novateurs, dynamiques, pour que la France conforte sa cinquième place mondiale (voire remonte à la quatrième) sont le

résultat de multiples convergences. L'évolution de l'ingénieur vers une position sociale moins favorable est à coup sûr une des clés du phénomène.

L'examen de son emploi du temps, de son travail au jour le jour, par le petit bout de la lorgnette, donne une idée de sa situation dans l'entreprise. A présent, nul besoin d'attendre la fin de ses études pour découvrir le monde professionnel. Les stages, longs et plus ou moins rémunérés, font partie du cursus scolaire. Le travail, facteur-clé de la qualification, au moins dans la première partie de la vie professionnelle, ajoute aux savoirs universitaires un savoir faire technique et parfois managérial, très valorisé pour la suite de la carrière. Le travail en équipe est devenu la règle, et notamment le travail coopératif avec un réseau externe ou interne a pris de l'importance. Ce travail s'effectue inévitablement à l'aide d'outils informatisés. Aussi bien comme outils de conception, de calcul technique, de modélisation des plannings, que pour les calculs de coûts, les performances, etc.

Rendement, efficacité

Les ingénieurs comme les autres membres du système productif s'insèrent désormais dans des processus marqués par l'omniprésence du client et des rapports de type fournisseur à acheteur. Jadis, on pouvait se lancer dans la création d'un barrage... parce qu'il était beau techniquement. Seul le risque technique était (au mieux) pris en compte. Aujourd'hui l'ingénieur est sous surveillance économique. Il va moins faire « l'œuvre de sa vie » qu'évaluer les risques en parts de marché. Il est là pour faire gagner de l'argent à son entreprise. Les contraintes économiques ou temporelles du marché (le « *time to market* ») conduisant les ingénieurs à intégrer une dose forte de

calcul économique dans leurs travaux, y compris quand il s'agit de recherche et développement, ajoutent au stress.

Un emploi de ministre... ou de prolétaire

Une part importante de l'emploi du temps est consacrée aux réunions, à la communication. Interruptions et superposition fréquente des tâches, pression temporelle de plus en plus forte (assortie souvent d'un travail à domicile hors du temps décompté officiellement) ; selon que l'ingénieur a un sentiment d'appartenance fort à la société qui l'emploie, qu'il considère son travail comme sa création personnelle ou un « gagne pain », le rapport au temps qu'il lui consacre sera vécu différemment. A cet égard, les jugements sur les 35 heures et la RTT sont contrastés.

Tentative de démonstration :

– Si l'on établit que notre environnement n'a plus rien de « naturel » et que l'omniprésence de la machine y est telle que « ceux qui ne maîtrisent pas les machines souffrent d'un déficit d'humanité »⁴

– Si l'on sait par ailleurs que « la pertinence des techniques n'est ni le vrai, ni le juste, ni le beau, etc., mais l'efficace »⁵.

Autrement dit que : « Dans la conquête technique, l'homme ne peut plus fonder son interprétation du monde sur un rapport intuitif, onirique, esthétique ou méditatif, considéré comme non pertinent car non efficace »⁶.

⁴ Denis Lemaître, « La Formation humaine des ingénieurs », PUF, 2003.

⁵ Jean-François Lyotard.

⁶ Denis Lemaître.

Conclusion : « Devenir ingénieur ne fait plus rêver »⁷ en témoigne la vacance de 1500 places dans les classes des écoles d'ingénieurs.

La montée en charge des filières scientifiques de l'enseignement supérieur (DESS et DEA), qui était de 25 % (après coefficient de pondération tenant compte du fait qu'une bonne partie de ces effectifs se dirigent vers d'autres activités, enseignement ou spécialisations non techniques), s'est considérablement ralentie – même si l'examen global est délicat en raison du caractère très décentralisé des DESS ou des licences professionnelles. Le flux, en croissance forte de 1988 à 1996, a fait place à une désaffection notable pour les filières scientifiques. Ainsi dans les Universités, le nombre d'étudiants en DEUG Scientifique a chuté de 25% depuis 1996, ceux de physique ont chuté de 40%. Entre 1996 et 2002, les effectifs d'étudiants inscrits en sciences de la matière et de la vie sont passés de 423000 à 386000 selon l'Observatoire des Sciences et Technologies (2004). Paradoxalement, cette désaffection se produit alors que des débouchés existent et existeront notamment pour le renouvellement des partants à la retraite. De surcroît, la science, le savoir et la technique sont au cœur de la société à venir et le rôle des ingénieurs et plus généralement des savants et des innovateurs sera déterminant.

1.5.2. Qu'en sera-t-il demain ?

Connaître le besoin en ingénieurs est un problème ancien, sur lequel veillent les organisations. Les réponses ont fluctué selon les époques. Dit autrement, la crainte que

⁷ *Courrier Cadres*, n° 1586, juin 2005.

les offres d'emplois de chercheurs soient insuffisantes pour absorber le flux de jeunes formés est un serpent de mer aux relents parfois malthusiens.

Fondés sur les évolutions démographiques et l'accroissement des besoins des entreprises, les pronostics à la fin des années 80 concluaient à la pénurie future de jeunes chercheurs scientifiques. Quant aux ingénieurs, il apparaissait qu'ils avaient eue la préférence pour les embauches en recherche développement industriel⁸. C'est ce que confirmait une étude prospective du Cefi (1988) sur les perspectives à vingt ans selon l'évolution des populations et des flux, l'évolution des profils, l'impact prévisible des mutations technologiques, économiques et sociales. Réalisée à l'initiative du Comité national pour le développement des grandes écoles (qui rassemble des représentants du monde de l'entreprise et des associations d'anciens élèves), elle avait pour but d'éclairer les responsables du système éducatif et tous ceux qui sont concernés par les problèmes d'emploi.

Claude Seibel, inspecteur général de l'Insee, président du groupe Prospective des métiers qualifiés au Commissariat général du Plan, a publié en 2001 un rapport sur les « Avenirs des métiers »⁹ pour les dix ans à venir. Le rapport est globalement positif. Il conclut que le besoin global d'emplois pour les jeunes serait estimé à 1,2 million de créations brutes d'emploi annuel, dû principalement au départ à la retraite des baby boomers. Parmi les métiers en vogue : les services aux particuliers, les métiers de la santé, le commerce, l'hôtellerie, les transports, auxquels il convient d'ajouter les métiers

⁸ « L'emploi scientifique à l'horizon 2000 », JP Bertramo, J Bourdon, JJ Paul, in *Formation emploi* n° 45, 1994.

⁹ Documentation française.

annexes, qui connaissent un développement considérable, comme la gestion administrative, financière et comptable. Sans oublier l'informatique, la recherche, la communication et, dans une moindre mesure, le secteur de la technique, ingénieurs et cadres techniciens. Claude Seibel¹⁰ prend l'exemple des informaticiens. Même si le métier connaît un marasme passager, après quarante ans d'existence, il concerne une population de 300 000 à 500 000 personnes. Dans les années 1960, les programmeurs dominaient, puis ce furent les analystes et actuellement les développeurs. En 2010, d'autres tâches apparaîtront.

L'hybridation des compétences due à l'irruption des technologies de l'information et de la communication se poursuivra, et les *webmasters* joueront sûrement un rôle croissant, pas seulement dans la simple gestion de projets, mais dans le système d'organisation de l'entreprise. » C'est pourquoi, poursuit Claude Seibel, « la formation jouera un rôle de plus en plus crucial ». Les cadres en sont déjà les grands bénéficiaires, mais souvent ces plans de formation ont des visées trop courtes, de simples adaptations à l'emploi.

Les ingénieurs sont ainsi très fortement sollicités par tout l'environnement à anticiper le déroulement de leur carrière. Est-ce une façon de leur faire comprendre qu'ils risquent de « changer de fonction tous les quatre matins »... Quoi qu'il en soit, ils ont intégré l'idée dominante de se fixer des objectifs à moyen terme : trois ans, pour la construction de leur poste ; cinq ans, pour anticiper le changement de fonction et de responsabilités.

¹⁰ Courrier cadres, n° 1502, 2003.

Les Ingénieurs et Cadres pour Force Ouvrière

Comme et peut-être plus ou moins différemment, les autres composantes du monde du travail, Ingénieurs et Cadres sont au cœur d'une métamorphose dont seuls les tenants sont entrevus. Les aboutissants eux seront dévoilés au gré des déploiements de la technique. Dès lors, puisqu'il est exclu de configurer l'avenir, reste à s'y préparer pour en être.

Au nombre des certitudes, il y a l'impermanence durable qui invite à l'apprenance constituée de savoir et d'attitudes. S'agissant de ces dernières, c'est le conseil de Socrate qui est à suivre quand il dit « *Le vrai problème n'est donc pas de savoir ceci ou cela mais d'être de telle manière* ».

Quant au savoir, il se construit par la formation qui allie théorie et pratique. Plus généralement, l'avenir est à inscrire dans l'anti malthusianisme dès lors qu'il résultera de la capacité à l'inventer qui réside dans l'infini de la matière grise.

Chapitre 2. La formation initiale

La culture technique est « *l'objectivation progressive de l'activité rationnelle par rapport à une fin* »

Habermas

De la plus ancienne école française, celle des Ponts et Chaussées créée en 1747, devenue par la suite école d'application de Polytechnique, de l'école du génie de Mézières (1748), aux écoles professionnelles des Arts et Métiers, au XIXe siècle, et aux multiples instituts universitaires aujourd'hui, la formation de ce corps d'élite que sont les ingénieurs couvre une palette de propositions très diversifiées, bénéficiant d'une plus ou moins grande notoriété. Elles ont cependant toutes eu à souffrir du relatif mépris du savoir technologique en France.

Par ailleurs, les deux mamelles nourricières au fondement de la culture technique, la science et la technique, ne bénéficient pas de la même reconnaissance. La première a droit au respect, l'autre est reléguée en bas de l'échelle ou presque car trop utilitariste. Pire. Une initiation technique exclusive et trop poussée a pour effet de maintenir ceux qui la reçoivent parmi les cadres de second rang. L'idéal aristocratique d'une culture

brillante et désintéressée, non directement utilitaire, déprécie ceux qui s'intéressent au « comment » des choses plutôt qu'au « pourquoi ». L'adage « science sans conscience n'est que ruine de l'âme » est une autre façon de marquer cette hiérarchie. La physique n'est jamais que l'antichambre de la métaphysique. Pourquoi ce dédain à l'égard de la technique ? Il est sans doute vain de trouver des raisons raisonnables, il fait partie de notre héritage culturel. A noter à ce sujet la différence fondamentale avec nos voisins anglo-saxons, où les sciences et techniques constituent une alliance plus équilibrée. Chez nous, les techniciens supérieurs promus au niveau cadre et ingénieur après une formation longue et exigeante n'auront pas tout à fait le même rang que leurs collègues entrés par la grande porte. L'écart de prestige social se maintient, comme la glue attachée à leurs semelles.

Confusion des genres

Sur ce qui distingue les établissements (et leurs diplômés) les uns des autres, il faut toutes les compétences des directions des ressources humaines pour s'y reconnaître. Absence de programme officiel, grande diversité de savoirs, multiplicité des objectifs de formation, des profils de formateurs... même si le titre d'ingénieur diplômé est placé sous le contrôle d'un organisme certificateur, la Commission du titre d'ingénieur (CTI), gage indiscuté de la valeur de la formation, il est difficile pour un néophyte de se repérer dans le dédale des écoles.

Les ordres d'ingénieurs, groupements professionnels chargés de mission d'intérêt national, existent dans différents pays d'Europe, mais ne sont pas présents chez nous, où seul existe l'ordre des médecins. La reconnaissance d'un ordre, comme en

Allemagne, par exemple, lui confère une autorité particulière pour l'organisation des cursus de formation et de la profession dans son ensemble.

En France, la fonction de contrôle et de réglementation revient à la CTI. Jusqu'à aujourd'hui, le titre d'ingénieur recouvrait deux distinctions subtilement distinctes : on était « ingénieur diplômé » (de telle école, institut ou université), ou on était « ingénieur des techniques » (IT), titre qui sanctionnait une formation en partenariat, une pédagogie d'alternance. Ce dernier titre, récemment disparu, comportait, il est vrai, rien moins que quatre mentions : on était IT de l'industrie (ou de l'agriculture ou du BTP), de telle spécialité, de telle école (ou institut ou université maître d'œuvre), avec telle entreprise pour partenaire. Par exemple, sur la carte de Monsieur Dupont, on pouvait lire « Ingénieur des techniques de l'industrie, spécialité mécanique et production, diplômé de l'Ecole nationale d'ingénieurs de Metz en partenariat avec l'ITII (institut des techniques de l'ingénieur de l'industrie) Lorraine » ! Si l'on ajoute la distinction entre profession et titre, autrement dit le non recouvrement de ces deux notions dans les entreprises, où un même poste d'« ingénieur » pourra être occupé soit par un ingénieur, soit par un cadre non diplômé, issu de la promotion interne ou d'une formation non habilitée, en informatique notamment, on se fait une idée de la complexité de la situation.

Cela, c'était hier ! Aujourd'hui tout le monde est « ingénieur diplômé », loti à la même enseigne... tant qu'on ne précise pas de quelle école on vient !

2.1. Les grandes écoles et le reste

A tout seigneur, tout honneur. En 1994, Polytechnique, qui eut Monge pour premier enseignant, avant les Laplace, Berthelet, Fourcroix, Vauquelin, Chaptal, bref, tout ce que la France offrait alors de plus brillant, célébrait le bicentenaire de sa création par un colloque sur le thème de la formation supérieure des ingénieurs et des cadres¹¹. Jadis pour être reçu au concours, la maîtrise de l'escrime, de l'équitation, de la gymnastique, de l'histoire de l'art était requise. Aujourd'hui, l'on met en avant d'autres mérites – être responsable, être novateur, soucieux du développement et de la prospérité de son pays, ce qui n'est peut-être pas si éloigné des qualités des anciens. Les débouchés étant l'encadrement de haut niveau, les élèves sont invités à parfaire leur culture générale, afin de savoir tenir leur rang et être apte à tenir compte de l'environnement social, économique et humain dans lequel ils évoluent.

Certes aujourd'hui, il est de bon ton d'ignorer cette distinction entre les grandes écoles et le reste. Cela ne saurait abuser et il serait difficile de soutenir que le niveau est identique entre la première et la cent soixante-dixième école. Les trois quarts des patrons du CAC 40 ont fait Centrale ou Polytechnique. L'esprit de corps, l'esprit d'appartenance est resté très fort chez les ingénieurs, beaucoup plus fort que chez des personnes issues d'autres filières, université ou écoles de commerce, Essec, HEC, Sup de co... Cela étant, il existe bel et bien une hiérarchie que l'on feint d'ignorer, mais que tout le monde, les étudiants, les professeurs et les entreprises, connaît par cœur, du moins à l'intérieur de l'Hexagone. Citons par ordre décroissant quelques concours à la fin des classes préparatoires :

¹¹ Jean-Michel Place éditeur.

- l'école Polytechnique, d'abord et avant tout ;
- puis Mines-Ponts, Centrale-Supélec ;
- viennent ensuite ceux des Ensi (Ecoles nationales supérieures des ingénieurs de...), des Ensam (arts et métiers), le réseau Ecrin, Archimède.

La liste est interminable, mais chacun y reconnaît les siens.

Les grands groupes recrutent des centraliens; les « arts et métiers » se dirigent pour partie vers les grandes entreprises et pour partie deviennent patrons de bureaux d'études techniques. En toute logique, sortir d'une école cotée permet d'accéder plus rapidement aux fonctions les plus élevées et d'obtenir une meilleure rémunération. En 2002, les 10% des ingénieurs les mieux payés ont reçu chacun une rémunération au moins trois fois supérieure à celle de 10% des moins payés¹². Ces écarts de salaires s'expliquent notamment par l'école fréquentée, de même que compte l'importance des réseaux et des relations personnelles, notamment pour accéder à l'emploi¹³.

Cela dit, tout change ! Le monde traverse une crise du rapport aux sciences exactes, en France comme aux Etats-Unis. Elle n'est pas sans effet sur le « rapport à l'ingénieur », selon un consultant spécialisé dans le conseil aux entreprises et institutions dans l'élaboration de leur vision stratégique. Son groupe recrute de vingt à trente ingénieurs par an, pour la plupart issus des grandes écoles, Centrale, Mines, X, Arts et Métiers... La qualité de la formation générale et théorique des ingénieurs français, reconnue dans le monde, n'est pas à remettre en question. Néanmoins, il

¹² « Le salaire des ingénieurs diplômés », Malik Koubi et Marjorie Mazars, *Insee Première* n° 929, novembre 2003

¹³ « Les relations au cœur du marché du travail, *Sociétés contemporaines* n°5, 1991

constate que la majorité des ingénieurs issus de ces promotions prestigieuses se retrouve à travailler dans la finance de marché (souvent hors de France) ou sur de l'organisation, c'est-à-dire dans des domaines qui ne sont pas typiquement ce pourquoi ils ont été formés. C'est pourquoi, pour construire des routes et des trottoirs en France, il est fait appel à des ingénieurs venus d'Asie ou d'ailleurs. La situation est « pire encore » aux Etats-Unis, où c'est aussi la recherche en sciences exactes qui est assurée par des personnes d'origine asiatique, hindoue ou pakistanaise. La désaffection de la carrière d'ingénieur dans les vieux pays d'Occident est bien le résultat d'un abandon d'amour, d'une chute de la reconnaissance et du prestige traditionnel que la société accordait à ses élites.

Un employeur qui recrute un ingénieur « achète une forme vide », pour reprendre une formule brutale, et non pas un spécialiste de telle ou telle technique ou de science de pointe. « Tout ce que tu as appris de manière précise ne présente aucun intérêt », voilà ce qu'un jeune ingénieur doit avoir en tête. On comprend la crise du recrutement des filières scientifiques si, après avoir consacré ses années de jeunesse à de longues études réputées difficiles, le nouvel ingénieur s'entend traité de « coquille vide » !

La dégradation du métier, l'hostilité à fleur de peau à l'égard des élites ne changent pourtant rien à l'affaire : le titre d'ingénieur sorti d'une grande école est encore convoité, même s'il tend à perdre de sa pertinence. Ambassadeur de l'exception française, il est également très apprécié à l'étranger. Les castes de polytechniciens se succèdent, valeurs sûres de ce luxe français très apprécié à l'exportation. Conséquence de cette bonne réputation, les étrangers viennent aussi se former sur les bancs de nos grandes écoles. Ce que l'employeur français ou étranger « achète » chez l'ingénieur,

c'est un mode de pensée rationnel, une aptitude à modéliser. L'ingénieur est la personne extrêmement précieuse pour l'organisation, capable de faire des courbes et des tableaux. Réduire l'incertain à un petit nombre de deux ou trois variables, telle est la valeur fondamentale de l'ingénieur.

2.2. Les écoles d'ingénieur, ponts et passerelles

Les équivalences et la multiplication des offres de formation presque « à la carte » rendent moins pertinente la traditionnelle dichotomie grande et « petite » école. Elles ont le goût, elles ont la couleur... mais ce ne sont ni Polytechnique, ni les Mines, ni Centrale. Au nombre de 217, ces écoles préparent de la même façon au prestigieux diplôme, en trois ans, après deux années de cycle préparatoire externe ou intégré. L'inscription sur le banc de l'école est accordée en fonction du nombre de places disponibles, affiché par l'établissement, et après sélection du candidat. La voie classique du recrutement est un examen, avec des épreuves écrites, de type QCM, et orales. Pour y avoir accès, le candidat aura présenté son dossier scolaire, qui sera éventuellement suivi par un entretien de motivations.

Ces écoles s'adressent de manière privilégiée aux enfants de cadres supérieurs et professeurs (48 %), pour 14 % seulement d'enfants d'ouvriers ou d'employés –ce n'est pas encore tout à fait l'égalité des chances. Les établissements ouvrent leur porte à des partenariats transnationaux de qualité et à l'innovation pédagogique, avec des cursus sanctionnés par le diplôme national. Il n'est pas inutile de rappeler le cadre réglementaire qui régit l'enseignement supérieur français (décrets d'avril 2002) au sein de la construction de l'espace européen de l'enseignement. Les études sont structurées

en grades – baccalauréat, licence (bac + 3), doctorat (bac + 8). Les formations sont organisées en semestres, et les unités d'enseignement validées sous forme de 30 crédits par semestre (licence : 6 semestres = 180 crédits). Le nouveau diplôme national, le mastère (bac + 5), est créé, avec deux finalités : l'entrée directe sur le marché du travail ou la recherche et la poursuite vers le doctorat.

Les programmes pédagogiques, comprenant des stages en entreprise pour une durée de vingt à trente-six semaines sont formellement encadrés par la CTI qui met l'accent sur la « transversalité » de la formation et le sens du concret.

2.2.1. Un nombre « extravagant » d'établissements

Les écoles d'ingénieurs « généralistes », une exception française, ont été et demeurent un facteur de régulation, qui a permis aux entreprises de spécialiser les jeunes ingénieurs en fonction de leurs besoins, quitte à les réorienter par la suite. Rapporté au chiffre de 28 000 diplômés, en progression constante de 4% par an en moyenne, cela donne une moyenne de 110 élèves par établissements, sachant que certains, comme les Arts et Métiers, forment mille élèves et d'autres tout juste une vingtaine ! 745 filières différentes couvrent un large spectre, selon un choix d'options en fin de cursus – ingénieur en urbanisme et aménagement paysager, ingénieur en bio-informatique, ingénieur en logistique, etc.

Un bref rappel historique

Déjà présentes au XIXe siècle, les écoles d'ingénieurs se sont multipliées au XXe siècle. Il y a vingt ans, on en dénombrait près de 150, classées par niveau d'admission

et par secteur professionnel. Poursuivant leur croissance régulière, elles atteignaient le chiffre maximal de 240 dans les années 1996-1997, pour finalement décroître, et n'être « plus que 217 » aujourd'hui. Le ralentissement devrait se poursuivre, grâce notamment à la **concentration de certains établissements sur un site**, comme les Polytech' de Grenoble, Lille, Marseille, Nantes, Orléans, Tours. Depuis deux ans, les neuf écoles de Marseille sont passées à trois ; à Toulon, pour la rentrée 2005, il est question de faire un établissement qui regrouperait les trois écoles actuelles ; d'autres opérations se préparent à Lille, Nantes et ailleurs... Malgré les contraintes des fusions, synonymes de diminution du personnel enseignant, le processus s'accélère. Un total de cinquante écoles serait un chiffre « plus raisonnable »¹⁴...

Cette singularité du système français, liée à l'histoire et notamment au développement des pouvoirs régionaux, n'aide pas à sa lisibilité, d'autant que s'ajoute une autre distinction compliquée entre enseignement plus ou moins public et enseignement plus ou moins privé, qui donne tout son charme à un système d'une extrême diversité.

**En 2001, 25 000 diplômes ont été délivrés
par les écoles d'ingénieurs pour 80 000 inscrits,
dont 5 % de diplômes en formation continue.**

¹⁴ Guy Gautherin, chargé de mission en ce qui concerne les formations ingénieur à la Direction du ministère de l'Education nationale.

2.2.2 Le rôle de la Commission des titres

La Commission des titres, organisme paritaire où siègent des représentants de la profession, des syndicats et des directeurs d'école, reconnaît la validité du diplôme décerné par les écoles. Cela signifie que chacune des écoles reçoit son habilitation pour une période déterminée –jamais au-delà de six ans. Arrivé au terme de cette accréditation, l'établissement de formation soumet son dossier à la CTI, pour examen – un dossier souvent très épais et préparé avec soin.

La CTI vérifie le contenu des enseignements, les programmes, le suivi des élèves, la qualité du corps enseignant, le matériel à disposition, l'utilisation du système de crédits européens dans les cotations des élèves. Sur cent écoles, seulement 75 satisfont les exigences de la CTI ; les 25 restantes ont droit à un, deux ou trois ans pour se reprendre, reconsidérer leur méthode. Outre l'importance de l'informatique et de la modélisation, l'enseignement des lettres et sciences humaines figure en bonne place dans l'enseignement. Dans le chapitre précédent, ont été évoquées quelques unes des nombreuses raisons de la présence « incongrue » des lettres dans une formation scientifique, censées notamment « arrondir les angles » d'un cerveau trop calibré aux sciences rigoureuses.

Avec l'extension impressionnante du savoir scientifique, devant la multiplication et le cloisonnement des disciplines, les savoirs technologiques spécifiques risquaient de n'être plus qu'une dangereuse affaire de spécialistes. Au nom de l'efficacité, du rendement, de l'action, les autres approches et modes d'appropriation du réel sont vite disqualifiés. C'est pour limiter les effets pervers de cette hyperspécialisation que la

dimension transdisciplinaire est donc à présent très fortement valorisée dans la formation d'un ingénieur. Qu'il s'agisse de développer la conscience morale autour de la finalité humaine des progrès techniques ou de privilégier l'épanouissement de l'individu, la Commission des titres de l'ingénieur considère qu'il est normal de consacrer 30 % des enseignements aux disciplines autres que scientifiques, afin d'assurer « la maîtrise humaine de l'activité technique ». C'est considérable.« Ingénieurs épanouis, managers responsables, citoyens éclairés, êtres sensibles, sujets de raison », ces objectifs éducatifs ambitieux doivent être intégrés de manière simultanée à tout moment du cursus de formation, estime Denis Lemaître¹⁵.

2.2.3. Statuts et tutelles d'une extrême variété

Les établissements proposant une offre de formation initiale d'ingénieurs (par opposition à la formation continue), sans compter les formations universitaires (étudiées plus loin), présentent une grande variété de statuts. ESTIA de Bayonne, IP de Cambrai, III Limoges, ISTM de Paris, IED Toulon, ISPA Alençon, etc., mériteraient d'être étudiés dans leur singularité – une tâche qui déborde le cadre de cette étude.

Certaines écoles ou instituts de formation ont déjà fait l'objet de telles recherches dans le passé. L'ENIC à Marseille était une formation pionnière d'ingénieurs en communication, lorsque Pascal Roque¹⁶ a écrit son rapport sur la mise en place d'une nouvelle filière visant à dépasser la séparation traditionnelle entre « grandes écoles » et « petites écoles ». Dans son étude, l'auteur privilégiait quatre entrées :

¹⁵ « La formation humaine des ingénieurs », Denis Lemaître, PUF, 2003.

¹⁶ Pascal Roque, Document 105 du Cereq, série Evaluation, mai 1995.

- le profil de l'ingénieur recherché,
- le repérage d'une population cible et son mode de sélection,
- le rôle de l'entreprise,
- le développement de logiques pédagogiques en formation initiale et en formation promotionnelle.

L'ENIC répondait alors aux objectifs recherchés par les promoteurs. Il ne serait pas inintéressant de connaître son évolution, dix ans plus tard.

« Est-ce qu'il faudrait uniformiser nos écoles ? On vit avec nos particularismes... » estime Guy Gautherin.. C'est vrai que dans les entreprises les départements « Ressources humaines » savent évaluer les personnes et distinguer leurs itinéraires multiples. L'effet le plus immédiat de ces offres diversifiées de formation pour l'étudiant, ce sont d'abord les frais de scolarité.

On distingue :

- Des **institutions publiques** relevant directement de l'Etat ou d'établissements publics, et rattachées, selon les cas, au ministère de l'Education nationale ou à un ministère technique (Industrie, Agriculture, Equipement, Défense). Celui-ci fixe les dotations, les conditions générales de fonctionnement, et nomme les responsables. Au sein du ministère de l'Education nationale, une distinction s'impose encore entre établissements de type EPCSCP ou EPA et les établissements internes aux universités, par exemple, le CUST de Clermont-Ferrand.
- Des **institutions privées** soumises à l'autorité et à la supervision du ministère de l'Education nationale ou de l'Agriculture (tutelle « pédagogique »). Par

exemple, L'ESTP, école supérieure de travaux publics, de Cachan, qui fournit 60 % des ingénieurs du bâtiment, est privée.

- Des **écoles consulaires** placées sous l'autorité d'établissements publics spécifiques – chambres de Commerce et d'Industrie, chambres d'Agriculture – relevant pour leur activité pédagogique du droit privé. Les formations privées de spécialisation, les formations consulaires assez mal connues, représentent un total d'environ 4 000 étudiants, dont la moitié sortent diplômés.

2.3. Les formations universitaires

La traditionnelle concurrence entre grandes écoles et université sur le marché du travail – leur rivalité était au centre des débats lors du Salon du premier emploi des jeunes diplômés, au PLM Saint-Jacques à Paris, en mars 1998 – est-elle toujours pertinente ? On peut le penser au vu du tableau suivant qui compare la situation devant l'emploi des diplômés des écoles d'ingénieurs et les diplômés du 3^{ème} cycle des universités. Selon l'enquête 2005 de la Conférence des Grandes Ecoles, l'insertion professionnelle connaît une évolution dont témoigne le tableau suivant :

	Promotion 2001	Promotion 2003	Promotion 2004
En activité professionnelle	67 %	58 %	60 %
En recherche d'emploi	15 %	17 %	15 %
En volontariat international	3 %	2 %	3 %
En poursuite d'études	14 %	22 %	20 %
Autres	1 %	1 %	1 %

La bataille pour savoir si l'université doit préparer aussi à la vie professionnelle est terminée en ce qui concerne les sciences dures. Dans les années 68, il ne fallait surtout pas que les universités « soient vendues à la profession » ; aujourd'hui on ne parle plus que de professionnalisation. Le divorce entre la formation universitaire au sens classique, préparant à la recherche, et la formation par les écoles d'ingénieurs a été battu en brèche par l'invention du troisième cycle, qui a permis de retrouver dans les universités des élèves de grandes écoles venant compléter leur formation. 30 % des masters de recherche sont habilités conjointement par l'université et l'école. Pour Guy Gautherin, « La guerre a tendance à faire place à la coopération. Ne reste plus que l'interrogation franco-française de savoir si oui ou non les classes prépa doivent être intégrées à l'université. »

Les universités créent désormais des écoles d'ingénieurs, différentes des écoles autonomes, dont les premières remontent aux années 1980. 53 anciens instituts universitaires professionnels (IUT) se sont recyclés de la sorte. La rivalité à présent se fait entre les écoles dépendant des universités, plus pauvres mais plus proches des laboratoires de recherche, et les écoles qui ont mis du temps avant de comprendre la nécessité d'une ouverture à la recherche. Il est par ailleurs significatif que les DUT au profil plus technique, dépassent aujourd'hui le nombre d'élèves titulaires d'un DEUG, parmi les entrants en formation d'ingénieurs.

Parmi les élèves ingénieurs :

- 2 869 DUT,

- 781 DEUG

(chiffre 2000)

Remarques

Une étude dynamique institutionnelle – mais elle supposerait d’avoir plus de recul – s’imposerait, notamment pour savoir comment s’opère la régulation transversale par groupe de spécialités ou de métiers et par branche, particulièrement dans les domaines mal couverts par les spécialités traditionnelles (fonctions connexes à la production, logistique et transports, par exemple). *Le Monde*¹⁷ faisait état du faible nombre d’options Nouvelles Technologies (autres que les TIC habituelles); ainsi certaines spécialités comme l’opto-électronique connaissaient des déficits récurrents.

Au regard de la réforme LMD (licence, master, doctorat), le titre d’ingénieur diplômé donne le grade de mastère, mais ne disparaît pas en tant que tel. Même si ingénieur et mastère sont l’un et l’autre à bac + 5, en volume horaire (800 ou 900 heures par an), un titre d’ingénieur pèse plus lourd qu’un mastère de 450 heures par an. Outre un enseignement technique, le cursus comprend des cours d’économie, de sciences, de langue, un programme multiculturel que le mastère universitaire ne comporte pas. « Nous ne nous bagarrons pas sur des niveaux mais sur le “spectre” des connaissances, la largeur et non la hauteur des formations », résume Guy Gautherin.

A ce stade, il est utile de préciser que, dans les écoles, le diplôme de mastère est donné à titre exceptionnel aux étudiants étrangers. Cela évite les confusions lors des forums internationaux, car, dans la culture anglo-saxonne, le titre d’*engineer* est assez

¹⁷ *Le Monde*, 11 septembre 2001.

médiocre par rapport au titre français. Enfin, depuis l'an passé, le titre de mastère est également accessible aux techniciens français en formation continue.

2.4. Les programmes de formation initiale sont-ils adaptés aux besoins de l'économie ?

Les voies d'accès à la formation d'ingénieur diversifiées, sont désormais ouvertes aux étudiants à tous les niveaux du supérieur, baccalauréat, classes préparatoires, licence et autres. Par ailleurs, elles se sont très largement ouvertes aux entreprises avec, outre l'organisation de stages, la participation d'industriels aux instances pédagogiques, le parrainage de projets d'élèves, etc. Les industriels, traditionnellement très impliqués dans la formation technique moyenne des techniciens, étaient jusque-là moins présents quand il s'agissait de formation supérieure en France. Ce **renforcement du rôle de l'entreprise, la présence des professions dans l'enseignement supérieur** n'a pas été sans impliquer la levée de certains tabous. Cette plus grande attention des entreprises résulte notamment de l'incorporation croissante de technologies nouvelles. De son côté, la puissance publique a accompagné cette intensification technologique par des mesures adaptées, type contrats CIFRE.

Les **contrats Cifre** (Convention industrielle de formation par la recherche) sont passés entre d'une part un laboratoire public et un industriel, qui définissent ensemble un sujet d'étude qui concerne les deux entités ; et d'autre part un jeune homme ou une jeune fille engagé(e) à travailler et à faire de sa recherche le sujet de sa thèse.

Relativement spectaculaire également est le développement des accords de validation réciproque, avec adoption du système européen. Les écoles d'ingénieurs consacrent un investissement important à l'internationalisation, aussi bien pour accueillir les étudiants étrangers que pour organiser des séjours d'études et de stages par le biais de réseaux toujours plus nombreux.

Toutefois le bât blesse s'agissant de la participation des écoles aux efforts de formation continue. Celle-ci est modeste et la VAE (valorisation des acquis de l'expérience, anciennement VAP), souffre d'insuffisante de développement. Ainsi « la charte des écoles d'ingénieurs pour l'industrie » promue par le secrétariat d'Etat à l'Industrie – qui traduit la volonté d'inscrire les écoles dans un mouvement de confrontation permanent avec les entreprises, d'accroître la lisibilité du système, de s'ouvrir plus à l'international, de se doter d'une véritable démarche qualité pour suivre les progrès réalisés – n'aurait pas reçu l'écho attendu de la part des directeurs d'écoles.

« *Entrepreneuriat* »

Il est intéressant de remarquer qu'on entend moins parler de création d'entreprise, alors qu'en juin 1999, le discours sur la création dominait les publications, comptes rendus pédagogiques ou autres. Ecrit en pleine euphorie de la bulle Internet, le Rapport du groupe des écoles des Mines sur les orientations pédagogiques face aux défis du XXI^e siècle insistait sur la nécessité de développer la capacité et le goût de la création d'entreprise : renforcement des travaux personnels, développement d'incubateurs d'entreprises, développement des activités de recherche en coopération avec les universités, etc.

Chapitre 3. La formation continue

Dans la période récente, les exigences nouvelles de la technique ont conduit à créer une catégorie d'ingénieurs plus techniciens et moins généralistes. L'appellation d'ingénieur des techniques est née de cette volonté. Cette appellation d'ingénieur des techniques est en cours de disparition officielle pour ne pas accréditer l'idée qu'existent deux catégories d'ingénieur. Supprimée dans les textes ministériels, cette distinction a-t-elle pour autant disparu de la réalité ? Le CNISF est chargé de mener l'enquête auprès des entreprises pour mesurer l'impact de ce changement sur les mentalités.

Contrairement à la formation initiale (cursus standard de cinq ans dans la foulée du bac, avec ou sans classes prépa), la formation continue implique l'alternance école/entreprise. Le système qui permet des passerelles intéressantes, notamment grâce la VAE, valorisation des acquis de l'expérience, est en plein renouvellement. Le principe de validation est donné par les établissements (et non par le ministère). C'est un diplôme d'école, le même que celui qui a suivi la formation initiale. A cet égard, il n'y a plus de différence.

Le large écho de la formation continue est une conséquence indirecte de la poussée des IUT. Sont sortis des instituts universitaires techniques nombre de techniciens qui, au bout de dix ans d'expérience en entreprise, ont demandé à passer cadre. Un exemple illustrera notre propos : une personne possédant un DUT de mécanique se retrouve responsable d'un bureau d'étude dans une petite entreprise. Elle estime ses connaissances sur les structures plutôt bonnes, mais se sent moins qualifiée sur la résistance des matériaux. Après un entretien avec un responsable d'école des Arts et Métiers, il est décidé qu'une année et demi de formation complémentaire est légitime et nécessaire pour acquérir le diplôme d'ingénieur. Seul l'entrepreneur qui plus tard regardera le curriculum vitae de son nouvel ingénieur comprendra qu'il a bénéficié de la VAE.

Ces possibilités nouvelles contribuent à l'évolution des mentalités vers un plus grand brassage des formations – même si la publication du palmarès des établissements scolaires a toujours bonne presse. Relativement peu d'études ont été consacrées à la formation continue des ingénieurs, remarquait déjà André Rosanvallon¹⁸, en 1992. Cela reste encore vrai et paraît doublement paradoxal, compte tenu de la place que les ingénieurs occupent dans la production et de leur position privilégiée parmi les bénéficiaires des formations continues organisées par les entreprises.

¹⁸ André Rosanvallon « La formation continue des ingénieurs pour de nouvelles organisations du travail », *Formation emploi* n°38, 1992.

Aidées par l'Etat qui joue un rôle de régulateur entre les différents acteurs, les formations continues diplômantes forment un ensemble qu'il faut encore une fois qualifier de complexe, constitué par la sédimentation de mesures prises à des époques différentes. Il est loin le temps où, pendant les mois d'hiver, quand les intempéries ne permettaient pas la poursuite des travaux sur les routes, les apprentis arpenteurs et géomètres étaient regroupés à Paris, à l'école des Ponts et Chaussées, pour recevoir un enseignement théorique sur l'idée d'une normalisation possible des étalons de mesure...

Aujourd'hui, un grand nombre d'écoles et d'universités sont habilitées par la CTI à délivrer ces diplômes d'ingénieur multimédia ou autres, ex- mastères en formation continue. Prise en charge, statuts, motivations... Elles accueillent des publics aux caractéristiques et aux trajectoires professionnelles différentes, et remplissent des fonctions particulières. En 1989, le rapport Bernard Decomps¹⁹ marquait un virage éducatif et sociologique radical. Il devait permettre la formation d'une nouvelle génération d'ingénieurs de production « avec la même honorabilité et la même classification que celle réservée aux ingénieurs généralistes ».

En rupture par rapport aux logiques antérieures et au modèle unique des grandes écoles précédées des classes préparatoires, la diversité des formations allait être mieux

¹⁹ « L'évolution des formations d'ingénieurs et de techniciens supérieurs », rapport remis au ministre de l'Education nationale par un groupe issu du haut comité Education-Economie, comprenant des universitaires, des représentants des entreprises (patronat et syndicats de salariés), des administrations et des chercheurs.

apte à répondre aux besoins de l'industrie. Dans cet esprit, ces formations se caractérisent par :

- un encadrement sous forme de tutorat ;
- une meilleure répartition de l'enseignement, des stages et de la recherche ;
- un allègement des mathématiques.

L'intensification des relations enseignants-industriels allait sensibiliser les étudiants aux questions de la qualité industrielle²⁰.

3.1. Pics : Programme Ingénieurs et Cadres Supérieurs

Bien avant le tournant des années 90, des mesures pionnières en matière de formation d'ingénieurs, avaient déjà été élaborées. En 2002, le programme PICS a été réarticulé au sein « d'objectifs cadres » alors développé. Destiné à mettre en course des jeunes gens non issu du sérail des grandes écoles, le Programme ingénieurs et cadres supérieurs a débuté, en 1982, avec le plan de développement de la filière électronique, à la demande du syndicat professionnel pour relancer l'accès à cette branche.

Le dispositif du Pics avait été concrétisé, en 1974, par l'arrêté Fontanet, afin de permettre à des techniciens d'accéder au diplôme d'ingénieur par la voie d'une formation professionnelle continue, selon des cycles adaptés aux adultes et aux besoins de l'économie régionale. Le Pics, qui met en jeu une multiplicité d'acteurs, Etat, région, entreprise, est à la jonction de la promotion sociale et de la formation professionnelle continue. Il a une fonction d'adaptation et de rattrapage de la formation initiale, et

²⁰ Michel Gouilloud, « Quels ingénieurs pour l'industrie ? », 1990.

permet un nouveau départ dans la vie professionnelle à des jeunes techniciens – plus rarement des techniciennes – titulaires d’un diplôme de niveau bac + 2 et désireux d’atteindre des fonctions comportant d’importantes responsabilités. Anne-Marie Lucas²¹ relevait les atouts du programme Pics mais note aussi ses dysfonctionnements et certains axes de progrès à développer. Elle concluait néanmoins son étude par un constat encourageant, mentionnant une « physionomie contrastée mais positive du Pics ».

3.2. CESI : Centre d’Etudes Supérieures Industrielles

Cet établissement privé, à gestion paritaire, bénéficie pour son financement d’une convention annuelle avec la délégation à la formation professionnelle et de l’intervention fréquente du Fongecif pour la prise en charge des stagiaires. Le CESI a pour fonction de valoriser l’expérience professionnelle d’un technicien ou d’un ingénieur et de lui permettre d’acquérir des compétences nouvelles en matière d’encadrement, afin qu’il puisse s’engager dans une seconde carrière d’ingénieur.

Organisme différent des autres écoles, le CESI est né en 1958 de la volonté de cinq entreprises– d’abord Renault, puis Télémécanique, Chausson, CEM et la Snecma. Il s’agissait alors d’assurer la promotion de certains salariés techniciens au grade d’« *ingénieur maison* ». Ils pouvaient n’avoir aucun diplôme, mais, après cinq ou quinze ans de vie professionnelle assumaient une réelle fonction d’ingénieur. La plupart des candidats étaient de niveau BTS, et la durée de formation était alors de deux ans. Par la

²¹ Anne-Marie Lucas, *Flash formation continue*, n° 364, mai 1999.

suite, des salariés en congé individuel de formation et des chômeurs ont eux aussi bénéficié de cette formation, qui consacrait et consacre toujours une part importante de l'enseignement aux sciences humaines. Beaucoup de ces ingénieurs ont fait carrière dans les PME.

A la suite des lois sur la formation continue, à la fin des années 70, puis des lois sur l'apprentissage, en 1987, le CESI a notablement élargi son territoire. D'une seule salle dans les locaux Renault de Boulogne-Billancourt, le groupe est aujourd'hui à la tête de vingt cinq établissements, répartis dans toutes les régions de France, sans compter des implantations à l'étranger.

Les formations proposées par le CESI sont ouvertes à deux publics distincts :

- d'une part les moins de 26 ans qui sont en apprentissage
- d'autre part les personnes ayant plus de trois ans d'expérience professionnelle.

Former des personnes qui n'ont jamais mis les pieds en entreprise n'est pas la spécialité du CESI. Sa vocation n'est pas la "formation initiale". Le partenariat domine, soit avec une branche, soit avec une entreprise : la SNCF, le bâtiment, la métallurgie figurent parmi les partenaires importants. L'établissement, précurseur sur la gestion de l'apprentissage, les missions à l'étranger, sur la pédagogie et la démarche qualité, fait largement référence aux concepts de « transversalité » et de « progression » dans le suivi du cursus.

« Psychologiquement, sociologiquement, techniquement, tous les comportements des élèves sont à modifier. Mener des personnes bac + 2 à être capables, trois ans plus tard, de participer à des projets dans des groupes internationaux exige avant tout de

vérifier leurs motivations et l'image qu'elles se font du métier. »²² A cet égard, Mireille Peylet²³, dans le cadre d'une réflexion sur les procédures de sélection des candidats ingénieurs, a présenté un dispositif de bilan des compétences au moment de l'entrée dans une filière de formation d'ingénieur du développement agricole. Composé d'une batterie de trois épreuves (échelle de personnalité, travail de groupe, entretien), il permet d'estimer la capacité d'un individu à participer à un projet de formation continue de haut niveau et à exercer des responsabilités d'encadrement. La procédure de sélection comprend par ailleurs un test de mathématiques et un dossier présenté par l'employeur.

Cela, le CESI sait faire. La crainte, ce sont plutôt les mesures qui résultent de réformes successives et d'un système pas encore stabilisé. « Nous sommes à la merci des changements dans les textes », s'inquiète Christiane Rabasse. Au niveau supérieur, le CESI forment environ 750 apprentis ingénieurs et 950 ingénieurs en formation continue par an. Avec une place à part dans la panoplie, l'ingénieur Cesi reste fondamentalement un ingénieur de production... Jusqu'alors, le CESI ne fait pas véritablement de recherche. Cette situation va devoir évoluer dès lors que tout établissement d'enseignement supérieur doit avoir une activité de recherche et des enseignants-chercheurs. Parmi les dernières promotions du CESI, certains sont partis au Canada, aux Etats-Unis, en Israël, en Thaïlande, au Maroc, en Inde... L'Europe n'est pas leur principale destination : un étudiant est resté en Tchéquie et un autre a été embauché en Allemagne...

²² Christiane Rabasse, Cesi Bagneux.

²³ « Bilan personnalisé des compétences de candidats ingénieurs », Mireille Peylet, in Orientation scolaire et professionnelle, vol. 21, n°3, sept. 1992.

3.3. Les anciennes nouvelles formations (NFI)

« Il n’y a plus de NFI ». Cela dit, ce n’est qu’une question de vocabulaire, les Nouvelles Formations d’ingénieurs figurent encore dans les offres des écoles, c’est pourquoi il n’est pas inutile de revenir brièvement sur ces institutions. Les dites NFI, spécialisées, à l’empreinte technologique marquée, ont été créées à la rentrée de 1990, en partenariat étroit avec les entreprises. Ouvertes aux techniciens supérieurs ayant cinq ans d’activité professionnelle, elles devaient par ailleurs bénéficier de l’implantation des écoles d’ingénieurs sur de nouveaux sites, dans une logique d’aménagement du territoire. Les NFI prennent le relais (sans le faire disparaître) du Programme ingénieurs et cadres supérieurs (PICS, dit aussi filière Fontanet, mentionnées plus haut) et s’inscrivent dans la continuité de l’aide structurelle de l’Etat aux formations d’ingénieurs du CESI, étudié précédemment. Diversité et qualité, les deux exigences dominant ces Nouvelles Filières de formation, qui affichent clairement leur spécialité, devaient contribuer à résoudre la pénurie de main-d’œuvre qualifiée dans l’industrie et consolider un parcours promotionnel largement engagé au sein d’une grande entreprise.

Le déroulement des cinq années d’études, variable selon les filières, s’ouvre après examen du dossier scolaire et entretien. Sauf dans le cas des formations par l’apprentissage (une loi de 1987 a permis l’extension du champ de l’apprentissage jusqu’au niveau bac+5), où l’admission définitive est prononcée dès que l’étudiant a signé son contrat (avec une rémunération qui varie de 25 % à 78 % du SMIC).

- Cinq filières sont accessibles, principalement au niveau du baccalauréat (très large pourcentage de bac S), avec un nombre plus limité de candidats parmi les titulaires d'un DUT et BTS, au niveau de la troisième année (moins de 30 % des entrants).
- Sept filières sont accessibles au niveau du baccalauréat, avec mise en place d'une procédure parallèle de recrutement au niveau de la troisième année pour les DUT et BTS, qui représentent près de la moitié des flux d'entrée. Le premier cycle dans ce cas s'appuie souvent sur un premier cycle traditionnel menant au BTS, DEUG.
- 49 filières sont accessibles au niveau bac + 2 après un premier cycle en Institut Universitaire Technologique (IUT) ou Section Technicien Supérieur (STS) (cible privilégiée des formations en partenariat).

L'alternance de périodes en entreprise et de formation académique suit un rythme variable selon les filières, pour une durée cumulée de quatorze mois à deux ans en entreprise. La conception différente de l'enseignement plus concret et s'appuyant sur l'expérimentation, adapté aux entreprises, couvre les secteurs d'activité les plus demandeurs (électronique-informatique et génie mécanique, principalement). Autre exemple de formation, celle d'ingénieurs de production et de conception industrielle par l'association Ingénieurs 2000. A l'initiative de six grands groupes industriels et du CNAM, elle fait alterner tous les six mois environ les séquences universitaires et les séquences d'apprentissage en entreprise, et cela durant cinq ans²⁴

²⁴ « Ingénieurs par l'apprentissage », Gérard Malglaive, in *Actualité de la formation permanente* n° 119, août 1992.

L'importance d'une formation en alternance, qui implique un double tutorat de professeurs et d'ingénieurs, remplissant chacun leur rôle spécifique, n'est plus à démontrer, l'objectif étant de former des ingénieurs de terrain capables de s'adapter à différents types de production et de produits. Ajouter une corde à son arc par l'acquisition d'une double compétence permet de booster sa carrière. L'estampille « ingénieur plus » a la cote auprès des recruteurs. Néanmoins, les critiques formulées par les candidats aux « diplômes de la seconde chance » sont sévères.

- Le réseau des NFI serait plus adapté aux grandes entreprises, qui connaissent bien tous les mécanismes de la formation, plutôt qu'aux PME, auxquelles ces filières étaient plutôt destinées ;
- On reproche que la tertiarisation des programmes se fasse au détriment d'une deuxième voie pour les ingénieurs de l'industrie (objectif initial proclamé du programme) et obéissent à une logique principalement marchande ;
- En outre, le coût de la formation continue est élevé, et manque de souplesse quant à la durée des stages et à la présence des stagiaires.

Tout cela expliquerait le tarissement des candidatures à la formation professionnelle.

Après un pic de 6 600 bénéficiaires en 1993, l'effectif des stagiaires en formation continue, toutes filières confondues, diminue pour atteindre le chiffre de 4 300, en 1999, et guère plus de 3 000 en l'an 2000.

En 2001, les quelque soixante filières habilitées ont délivré un peu plus de 1100 diplômes, soit seulement 5 % de l'ensemble des diplômes délivrés en formation initiale. Ce faible nombre de candidats à une formation, alors même que ses effets sur la mobilité ascensionnelle ne semblent pas en cause, montrerait que les dispositifs n'ont pu jouer pleinement leur rôle ni pour certifier le mécanisme des ingénieurs maison (qui sinon sont fragilisés, en cas de reflux de l'emploi), ni pour contribuer de façon significative à la réduction des tensions dans certaines spécialités. En mars 2002, l'Etat a recentré son dispositif d'aide vers les demandes individuelles de personnes titulaires d'un diplôme de niveau III ou ayant une expérience équivalente reconnue par le système de validation des acquis de l'expérience (VAE) et ayant au moins trois ans d'expérience professionnelle, pour un projet de formation d'ingénieur de deuxième ou de troisième cycle. Si le projet ne peut être financé par la seule intervention de l'Agence Nationale pour l'Emploi (ANPE) ou de l'Organisme Paritaire Collecteur Agréé (OPCA), il est transmis à une Commission régionale tripartite (DRTEP, Conseil régional et OPCA) qui valide le projet, fait un « tour de table financier » et passe une convention gérée par le Centre National pour l'Amélioration des Exploitations Agricoles (CNASEA) avec l'organisme de formation. L'aide publique vise à soutenir l'accès effectif des formations à des salariés de PME et l'accès à des formations se déroulant hors du territoire régional des demandeurs.

Méthodes pédagogiques

Ayant vocation à former des ingénieurs de terrain, au profil plus technologique que les filières traditionnelles, ces formations ont été conçues sur un modèle original. Elles se déroulent dans de petites structures toujours associées à un établissement habilité et à plusieurs partenaires pédagogiques et professionnels (entreprises et

fédérations). La formalisation de la structure de partenariat est un élément clé du dossier d'habilitation. L'UIMM (Union des industries métallurgiques et minières) est partenaire d'une vingtaine de structures fédératives au sein du réseau des ITII (Instituts des techniques d'ingénieur de l'industrie).

Chapitre 4. Ingénieur : une vocation contrariée

Anciennes filières d'excellence, les écoles d'ingénieurs auraient cédé le pas aux écoles de commerce, qui présentent des perspectives de carrière et (surtout) de rémunération plus attrayantes. La chimie, la physique, la mécanique et l'électronique sont en chute libre, avec une baisse moyenne de 40 % de candidats, déplore Jean-Paul Bourgeois, directeur des études de l'école des mines de Nantes, qui constate un phénomène comparable aux Etats-Unis et au Canada. Les télécoms et l'environnement se portent mieux. L'institut national des télécommunications basé à Evry a ainsi fait un bond de 9 % de candidats supplémentaires à la rentrée 2004. Il est vrai que sur le campus se trouve également une école de management (INT entrepreneuriat), témoignant d'une mixité culturelle dans l'air du temps.

Dans le paysage économique et social de la France, les diagnostics sur la situation de l'ingénieur sont aussi foisonnants que les écoles elles-mêmes. Emanant de personnalités, ils ont chacune leur part de vérité. Pour un bachelier frais émoulu, « bûcher comme un fou » pendant deux ans (et le plus souvent trois) de prépa + trois

années studieuses et trouver à l'arrivée un emploi qui n'a rien d'enthousiasmant est une perspective décourageante. Surtout si l'on pense, comme Jacques Lesourne, professeur au CNAM, que beaucoup de ceux qui cherchent un diplôme d'ingénieur ne le font pas parce qu'ils veulent être ingénieur, mais parce qu'ils veulent « émettre un signal attestant de leur valeur et donc justifiant un certain rang dans la société ». Ce qui expliquerait que, dans la rivalité entre l'École polytechnique et l'ENA, par exemple, les étudiants donnent leur préférence à l'ENA, « qui leur paraît émettre vis-à-vis de la société un signal plus audible ».

Alain Touraine pose différemment la question. Selon lui, après les « Trente glorieuses », il est urgent que la joyeuse société de consommation redevienne une société de production. « Cela ne veut pas dire acier, électricité ou textile, précise-t-il. Plutôt informatique, multimédias et connaissance économique. » Pour le spécialiste des sociétés post-industrielles, cela implique que les ingénieurs et les techniciens déploient largement leurs ailes de « gestionnaires de la production » et retrouvent leur place au cœur de la société, au cœur des débats sociaux et de la réflexion économique : « Il est urgent qu'ils gèrent les "flux de connaissances et d'innovations" de la même façon qu'ils le font des stocks ». Alain Touraine fait de cette évolution une question de survie pour la société : « L'évolution ne doit pas se faire par un recul de l'esprit de production au profit de l'esprit de spéculation ou simplement d'échange ». Apparaît ici l'impropriété du terme post industriel pour caractériser la situation. Faire droit à cette appellation reviendrait à considérer que c'en est fini de l'industrie. Il n'en est naturellement rien et l'activité industrielle demeure centrale dans la production de biens et services. Des processus productifs en transformation continue et moins matériels ne sauraient faire illusion. L'industrie demeure.

Jacques Lesourne, professeur au CNAM, préfère rappeler à l'ingénieur débutant les deux exigences principales du métier : son enracinement dans la technique implique sa capacité au dialogue. Le volume énorme des connaissances spécifiques et techniques, balkanisées, oblige l'ingénieur à s'enraciner dans une spécialisation poussée pour être en état de participer aux innovations et à la mise au point des produits ; Parallèlement, ce même ingénieur doit intégrer, gérer une multiplicité d'aspects sur lesquels il n'a qu'une connaissance superficielle, ce qui l'amène à devoir dialoguer avec d'autres spécialistes, ne serait-ce que pour savoir si les produits qu'il conçoit sont économiquement rentables et socialement acceptables. Au résultat, l'ingénieur pourrait être comparé à une plante qui disposerait à la fois d'un rhizome et d'un pivot. Du rhizome serait attendu la captation des signaux de l'environnement et du pivot la spécialisation.

La mobilité

L'ingénieur doit être conscient plus que jamais qu'il ne finira probablement pas sa carrière dans l'industrie de ses débuts. La métamorphose permanente qu'implique la technique le veut ainsi. Certains vont plus loin que Jacques Lesourne et parlent à ce propos d'« entreprises jetables ». Dans les années 50, celui qui aurait mis en doute la pérennité de la sidérurgie aurait été considéré comme fou, à une époque où le charbon représentait la moitié de l'approvisionnement énergétique, et où la société industrielle reposait sur l'acier. C'est le cas de la Ruhr qui a dû opérer une mutation considérable et inscrire son avenir dans la Recherche et l'Innovation. Désormais, la capacité productive résulte de l'investissement matériel qui résulte de la fertilité de la matière grise,

substituée à l'exploitation des ressources du sous-sol. Recherche, Education, Innovation sont les fondamentaux de cette révolution.

« Les jeunes gens qui ont la capacité d'acquérir un titre d'ingénieur ont une espèce de droit à l'acquérir. » Ce précepte d'Hubert Curien est d'une modernité sans pareil. Hubert Curien en vient à contester l'idée malthusienne d'adapter l'offre à la demande, même s'il estime que les augmentations des promotions d'ingénieurs sont allées « un peu trop loin ». Vouloir déterminer chaque année un nombre d'ingénieurs en fonction des besoins de l'économie ne doit pas être une préoccupation première. Au contraire, dès lors que l'ingénieur interroge l'univers, c'est-à-dire l'infini, plus ne sera jamais trop puisque toute avancée n'est qu'un marchepied pour une avancée future qui elle-même ouvrira à d'autres.

Poursuivant sa réflexion sur les améliorations possibles du système de formation, la sélection par concours à l'entrée des écoles lui semble à cet égard avoir « un certain parfum désuet ». Le système de l'entretien n'ayant pas non plus tous les mérites à ses yeux, Hubert Curien estime que l'orientation des étudiants devrait reposer moins sur une course d'obstacles et plus sur un choix motivé de leur part en vue d'une carrière heureuse. Hubert Curien insiste à cet égard sur l'équilibre indispensable entre formation initiale et formation continue, proche du métier, de l'industrie, de l'économie. Toutefois il s'interroge sur la compétence professionnelle des instructeurs – depuis combien de temps et pour quelles raisons ont-ils quitté la profession pour un travail pédagogique –, une façon sans l'exprimer explicitement non pas de remettre en cause leurs compétences, mais d'amener la réflexion sur l'engagement que ce métier implique.

4.1. Insertion

Trois organismes produisent des enquêtes sur l'insertion des jeunes diplômés : le CEREQ, la Conférence des grandes écoles et le Conseil national des ingénieurs et scientifiques de France (CNISF). Elles confirment que l'entrée rapide sur le marché de l'emploi à des emplois de qualité et la bonne cote du titre d'ingénieur diplômé auprès des entreprises ne se démentent pas, si l'on excepte la période du milieu des années 90. A défaut d'une enquête d'insertion spécifique sur l'ensemble des filières, ces études mettent l'accent sur la tendance générale à la bonne insertion des jeunes ingénieurs. Selon l'enquête annuelle des Grandes Ecoles, le nombre de jeunes issus de la promotion d'ingénieurs 2002 en recherche d'emploi est de 9%.

Si, dans les grandes entreprises industrielles, les ingénieurs diplômés des grandes écoles ont toujours, sauf exception, la préférence des recruteurs – qui sont eux-mêmes souvent d'anciens élèves et font jouer le réseau –, cette préférence est moins marquée pour les fonctions connexes à la production – la logistique, le transport, la qualité –, et n'existe que très partiellement pour l'informatique. Dans les PME, cette préférence est moindre, à la fois pour des raisons de coût salarial et par absence de tradition. Toutefois, certains jeunes diplômés sont embauchés à des postes où leur compétence est sous-utilisée, ce qui provoque chez eux malaise et sentiment de frustration. « Avoir le niveau de vie d'un cadre moyen après avoir fait des études si difficiles est parfois frustrant », estime un diplômé de Centrale, responsable de projet chez Sistra. Cela expliquerait (en partie) pourquoi 30 % des ingénieurs bifurquent en cours de carrière vers d'autres métiers que l'ingénierie pure et dure.

Les débouchés

Même si l'on sort d'une « petite école », trouver un emploi n'est pas un problème, à condition toutefois de ne pas être trop « gourmand », de ne se montrer exigeant ni sur le lieu de travail, ni sur la rémunération, ni sur la fonction, ni sur le « sujet » ! Précisons tout de même que sont comptabilisées comme emplois des formules (« originales et nouvelles ») d'ingénieur à temps partiel, travaillant dans plusieurs PME, à des conditions peu acceptables. Il conviendrait d'examiner de plus près les salaires, la durée du travail des jeunes et brillants diplômés. Leur taux de chômage est cependant inférieur à la moyenne nationale. En quelques mois, ils trouvent du travail. La notoriété du titre séduit les étudiants. Toutefois, les hautes positions auxquelles traditionnellement le diplôme d'ingénieur permettait d'accéder, l'évolution de la carrière conduisant presque « naturellement » l'ingénieur vers des responsabilités où la part réservée aux tâches proprement techniques tendait à s'atténuer fortement, sont à présent chèrement payées.

- **La moitié des débutants obtiennent un emploi dans des fonctions liées à la conception (étude, recherche, projet) ;**
- **un quart se dirige vers les métiers de l'informatique ;**
- **un sur cinq, vers des fonctions de production ou connexes ;**
- **le reste (5 %) occupe des fonctions non techniques (commerciales, administratives).**

Source : enquête conférence des Grandes Ecoles

Pour éviter les inconvénients d'une telle politique de recrutement et prévenir un sentiment de surqualification, certains mettent en avant l'idée de gestion prévisionnelle

des carrières, qui tient compte à la fois des aspirations des personnels et des transformations de l'organisation.

4.2. Profil de l'ingénieur idéal

Implicitement attendue de quelqu'un au sortir d'une école d'ingénieurs, une très bonne culture scientifique, la maîtrise d'un ou plusieurs domaines technologiques (« une spécialité ») dont, bien sûr, l'informatique, un sens développé du concret combiné à une bonne capacité d'abstraction sont de rigueur. Sans oublier l'ouverture culturelle sur les langues (l'anglais n'est plus considéré comme une langue étrangère mais comme une langue de travail) et le goût du travail en contact avec des équipes multiculturelles. Au-delà de ces qualités acquises au cours des études pointues, certains traits de caractère, plus liés à la personnalité de chacun sont hautement valorisés par les employeurs, tels :

- des qualités intellectuelles générales : curiosité, rigueur, méthode, esprit analytique, réactivité, sens des synthèses ;
- des qualités de dynamisme et d'adaptation : leadership, charisme, passion, esprit d'équipe, sens de l'encadrement ;
- des qualités « sociales » : relationnel de qualité, aptitude au travail en équipe, goût de la communication et de la négociation ;
- de bonnes capacités d'adaptation aux contraintes de l'entreprise : accepter la mobilité (géographique, fonctionnelle, intellectuelle), avoir le sens de l'organisation, c'est-à-dire le respect des objectifs, des plannings, et ne pas compter son temps.

Enfin, un des grands changements de la société moderne est que l'ancienneté dans l'entreprise est quasi suspecte, tandis que la variété d'expériences professionnelles est un atout, le signe d'une personne qui va de l'avant.

Mobilité

L'enquête annuelle du Cnisf constate une forte augmentation de la mobilité des ingénieurs, notamment des jeunes (de 30 à 35 ans).

La formation (diplômante ou non diplômante) n'est pas le facteur déclanchant majeur de mobilité.

En revanche, la mobilité est souvent accompagnée ou suivie d'une formation, type « adaptation au nouveau poste », de quinze jours ou plus (qu'il s'agisse d'une mobilité d'entreprise ou d'un changement d'entreprise).

A l'origine, les différenciations de la hiérarchie s'établissaient entre : l'entrepreneur (celui qui concevait et développait l'entreprise), le capitaliste (celui qui la finançait), l'inventeur (celui qui trouvait un nouveau procédé), l'ingénieur, le technicien, l'ouvrier. Les choses se sont un peu compliquées aujourd'hui. Depuis vingt ans, les trois quarts des promotions d'ingénieurs ne font donc pas le travail d'ingénieur, mais vont dans le conseil, dans la finance.

La question du rapport au savoir et à son utilité professionnelle crée un malaise certain chez les ingénieurs, un problème de légitimité qui ne se posait pas du temps de leurs parents²⁵. Le discours s'est inversé, comme dans certaines imageries du monde à l'envers. Il y a vingt-cinq ans, la dignité supérieure de l'ingénieur n'était pas de faire de

²⁵ Hervé Juvin, ancien chroniqueur économique au *Monde*, auteur de plusieurs contributions sur le savoir et l'innovation.

l'argent mais de changer le monde, en construisant des lignes à haute tension, des centrales, des villes. A présent, les discours flamboyants d'un Marcel Boiteux ont été délégitimés. On ne construit plus le monde, comme un jeu de mécano des années 50. L'économie de services pourrait abusivement laisser croire que l'on peut quasiment se dispenser de l'industrie. Il n'en va pas ainsi et il convient d'être prudent concernant les statistiques de l'emploi sur « la baisse dramatique de l'emploi industriel ». En effet, tous les emplois de l'intérim sont comptabilisés en emplois de service, alors qu'ils sont induits du secondaire, les sociétés industrielles ayant externalisé tout ce qui n'est pas rigoureusement le processus de fabrication proprement dit.

Avec l'externalisation, l'ingénieur patron d'usine a un degré d'autonomie beaucoup plus limité : il se contente de faire rigoureusement ce qui lui est demandé. Celui qui a appris à construire des ponts aura-t-il plus d'estime de soi s'il est payé cinq fois plus cher à concevoir des produits financiers qui ne vivent que deux ou trois jours avant que d'autres les copient ? Selon Hervé Juvin, une élite, sans doute cher payée mais qui ne s'emploie pas à ce pour lequel elle a mobilisé la fougue de sa jeunesse, ne peut être que déçue, frustrée.

4.3. Les attentes des jeunes ingénieurs

Quelques grincements dans les rouages. Statut, salaire, possibilité de carrière : comment s'effectue le passage de l'école à l'emploi ? La polarisation autour des deux

axes transversaux, marchand/non marchand et technique /relationnel²⁶, n'est pas sans provoquer des tensions.

Paul Bouffartigue²⁷ prend appui sur une étude longitudinale auprès d'ingénieurs débutants pendant les trois premières années de leur vie de salarié pour montrer la dimension problématique de leurs trajectoires. Excellence scolaire et exigences de la professionnalité, modèle de carrière vers des fonctions d'encadrement se conjuguent pour faire du passage au monde du travail un moment critique de la socialisation, de la reproduction/transformation des identités sociales et personnelles. S'agissant de leurs exigences, les jeunes :

- sont prêts à accepter une certaine mobilité, c'est sous réserve de mesures d'accompagnement (voyages et week-ends offerts, aide à l'insertion du conjoint).
- sont par ailleurs plus exigeants que leurs aînés sur le respect des temps de travail et sur la frontière vie privée/vie professionnelle. En outre, l'accès à certaines facilités de vie, de confort au quotidien offerts par l'entreprise et souvent une aide à la construction du parcours professionnel font partie intégrante des questions discutées à l'embauche.

Quel sens cela a-t-il d'être ingénieur ?

Les grandes écoles sont nées pour des raisons de guerre pour l'art et la pratique militaire alors que l'activité productive agraire ou artisanale ne nécessitait pas pareils spécialistes. Postérieurement, l'ingénieur a trouvé sa légitimité lors de la création de la

²⁶ Jacques Lesourne.

²⁷ « Ingénieurs débutants à l'épreuve du modèle de carrière », trajectoires de socialisation et entrée dans la vie professionnelle, Paul Bouffartigue, in *Revue française de sociologie* n° 1, 1994.

grande industrie. Un rapport particulier « à la vérité »²⁸ caractérise l'ingénieur au regard de pairs de formations supérieures collatérales. Il croît arriver au vrai, une fois posées les bonnes équations. Quiconque a reçu une formation commerciale, a fait sciences politiques ou sciences humaines sait que « ça ne marche pas tout à fait ainsi ». Dans les organisations, on apprend à poser les variables, à raisonner, et... à prendre les décisions inverses. L'époque où, à EDF, à la SNCF, l'ingénieur était "celui qui savait", "un Monsieur", est passée. De façon plus violente qu'on ne le pense, les ingénieurs qui étaient au cœur de la « vérité » professionnelle et technique sont parfois cruellement questionnés jusqu'à se trouver désarçonnés.

Quelle considération peut-il attendre de ses mérites ?

La reconnaissance sociale ne suit pas l'espérance que l'acquisition d'un diplôme d'enseignement supérieur fait naître : une enquête l'établissait déjà en 1992²⁹. Au-delà des références communes – les mathématiques, certes, et à partir de là, une morale intellectuelle et une ascèse du travail qui façonnait le goût de construire, le goût de l'efficacité, le plaisir du bel ouvrage³⁰ –, au-delà de l'ambition partagée de devenir cadre dirigeant, les ingénieurs ont aujourd'hui pour trait commun de partager une certaine incertitude identitaire.

²⁸ Hervé Juvin.

²⁹ Jean Lojkine, enquête auprès des anciens de l'Ensam, Arts et métiers, et de L'ENSCP Chimie, 1992.

³⁰ « Structures mathématiques et formes de pensée chez les ingénieurs », Jean Dhombres, in *Culture technique* n° 12, mars 1984.

Chapitre 5. Barrières, inégalités, tensions

Une trajectoire biographique réussie intègre plusieurs référents professionnels, tels le titre, le domaine d'expertise technique, la fonction dans le poste occupé, le statut. Et le salaire.

5.1. Ecart de salaire

En 1992, 10 % d'ingénieurs diplômés les mieux payés percevaient des rémunérations plus de trois fois supérieures aux 10 % les moins bien rémunérés. Par ailleurs le salaire moyen de l'ingénieur était de 278 300 francs en 1987. Il est de 384 926 francs en 2000. Enfin, le salaire moyen est multiplié par 2.7 entre les débutants et les plus de 50 ans La grille des salaires dépend de plusieurs facteurs : la position hiérarchique, l'expérience professionnelle (écarts expliqués de 120 %) ; le renom de l'école (écarts expliqués de 40 % entre Polytechnique et un groupe peu coté). La variation des salaires fait encore intervenir d'autres paramètres, comme le secteur d'activité (18 %), l'écart Paris-province (12 %), la taille de l'entreprise (10 %) et... la

profession du père (4 %). Sans oublier l'inégalité hommes-femmes, toujours particulièrement sensible (15 %).

Salaire net annuel d'un ingénieur trentenaire (en euros)

	Allemagne	Espagne	France	Italie	Royaume uni
recherche	28 000	30 000	27 000	30 000	41 000
informatique	26 000	24 000	29 000	24 000	32 000

(Chiffres de 2004, source Apec-Hewitt)

Ce tableau appelle quelques commentaires sur une singularité française. Tandis que l'Angleterre arrive largement en tête des pays d'Europe, parmi ceux-ci, la France est le seul pays à moins bien rémunérer ses chercheurs que ses informaticiens. Les salaires, compte tenu de l'inflation, sont chez nous restés quasi stables depuis cinq ans, voire quinze ans. Lorsqu'une augmentation a lieu, il s'agit plutôt d'un rattrapage destiné en priorité aux ingénieurs expérimentés. Les jeunes ont le choix entre attendre ou travailler dur : le double diplôme se monnaie quelques milliers d'euros supplémentaires. De même, l'expérience d'un stage de volontariat international en entreprise (VIE) est un moyen de gagner plus d'argent par la suite (+ 5 % chez Bouygues Construction).

5.2. La féminisation

Soit on pointe les progrès réalisés, soit on constate les limites du principe de l'égalité des sexes. L'engagement des femmes dans ces filières masculines est fonction de leur excellence scolaire et d'autres paramètres, liés à leur histoire familiale, comme la place dans la fratrie, la profession de la mère, etc. Le taux de féminisation des écoles,

qui était de 6 % dans les années 70 est aujourd'hui de 20 %. Les femmes sont majoritaires dans les écoles sous la tutelle du ministère de l'Agriculture (56 %) et très minoritaires dans les écoles préparant aux fonctions de production (ENI, ENSAM) ou dépendant du ministère de la Défense. On en rencontre peu dans la mécanique. Elles sont plus nombreuses dans les écoles universitaires et dans les écoles de chimie, notamment en biologie, science du vivant. La grande majorité se retrouve, comme les jeunes gens, dans des postes d'ingénieur d'études et de recherche, notamment dans les secteurs informatique et chimie (pharmacie).

Ecarts de rémunération hommes / femmes ingénieurs diplômés

Débutants	5 %
35-39 ans	11 %
50-54	20 %

Source, Cnisf 2000

La différence majeure avec leurs collègues masculins est un déroulement de la carrière plus lent et difficile chez les femmes. L'accès aux fonctions d'encadrement supérieur est de moins de 3 % de femmes aux postes de direction contre 15 % pour les hommes. Ce « monopole masculin » s'explique par la survivance d'un tabou social ancien, et se traduit par des réticences et des freins à l'égard d'une femme, aussi sérieuse, ambitieuse et attentive à ne pas décevoir soit-elle. Difficile à une femme d'excellence scolaire d'encadrer une équipe d'hommes moins diplômés et plus âgés, qui souvent se serrent les coudes pour lui barrer la route. C'est pourquoi on retrouve les femmes ingénieurs à la direction de projets qui peuvent être très importants mais

n'exigent qu'une petite équipe autour d'elles, de trois à dix personnes³¹. Très peu accèdent à la direction de gros établissements où l'on encadre deux cents ou mille personnes. Parmi d'autres, le critère de l'embauche permet de constater la persistance d'inégalités. Selon l'enquête de la conférence des grandes écoles en 2002, les jeunes diplômés hommes sont 19% à la recherche d'un emploi alors que les jeunes diplômées femmes sont 28%, toutes choses égales par ailleurs.

5.3. L'origine socioprofessionnelle des étudiants des grandes écoles

	Ecoles d'ingénieurs	Ecoles de commerce	Ensemble des grandes écoles	3ème cycle universitaire	Ensemble universitaire
Agriculteurs, exploitants	4.1%	2.1%	3.5%	1.9%	2.2%
Artisans, commerçants, chefs d'entreprise	5.5%	6.9%	6%	6.7%	7.4%
Cadres supérieurs et professions libérales	59.4%	67.5%	62%	45.7%	35.2%
Professions intermédiaires	11.3%	7.5%	10%	16.5%	17.8%
Employés	6.3%	4.5%	5.7%	8.9%	13.9%
Ouvriers	6.1%	3.4%	5.2%	6.3%	11.8%
Retraités - actifs	7.3%	8%	7.6%	14%	11.7%

* situation socioprofessionnelle des chefs de ménage des élèves (2001/2002)

Source : conférence des grandes écoles

Le tableau met en évidence les inégalités d'accès aux troisièmes cycles de l'université et aux grandes écoles en fonction de l'origine sociale. L'université semble plus ouverte aux étudiants issus de professions intermédiaires, employés et ouvriers

³¹ Groupe de recherche Mage, marché du travail et genre.

que les grandes écoles, qui accueillent plus de 60% d'étudiants issus de familles de cadres supérieurs et professions libérales. Les inégalités sociales restent donc importantes. Une étude de l'INSEE (2003) met en évidence l'évolution de ces inégalités pour les générations entrées sur le marché du travail entre les années 1940 et 1980³². Il apparaît que l'accès aux troisièmes cycles universitaires s'est continûment démocratisé. En revanche, après avoir connu une relative démocratisation, « *la base sociale de recrutement des grandes écoles semble s'être resserrée au cours des années 1980*. L'accès à une grande école est devenu socialement plus sélectif que l'accès en troisième cycle universitaire ; ce dernier phénomène serait plus marqué encore pour les « très grandes écoles »³³. Les auteurs de l'étude expliquent notamment cette accentuation des inégalités d'accès aux grandes écoles par la tentative des jeunes issus des milieux les plus favorisés de fuir une université plus ouverte et plus professionnalisée et dont la valeur distinctive des diplômes apparaît de ce fait plus réduite.

³² Valérie Albouy et Thomas Wanecq, 2003, « Les Inégalités Sociales d'accès aux grandes écoles », *Economie et Statistique*, n°361

³³ Parmi lesquelles on retrouve Centrale, l'ESSEC, l'ENA, HEC, l'Ecole des Mines, Polytechnique, l'Ecole des Ponts, Saint-Cyr...

Chapitre 6. La situation à l'étranger

L'intérêt de comparer les grands systèmes de formation ne réside évidemment pas dans une quête de modèles étrangers. Mais cette comparaison permet, à partir de l'altérité rencontrée, d'interroger en retour le système français et ses certitudes. L'internationalisation du travail progresse moins vite que ce que l'on pouvait imaginer. Même si l'année passée au cours de la scolarité, dans un laboratoire ou une industrie à l'étranger, pratique relativement courante, est une première incitation à la mobilité.

6.1. Le rayonnement international

L'an dernier, Jean-Marc Monteil³⁴ remarquait que, dans la valeur accordée aux diplômes sur la scène internationale, la hiérarchie des établissements de formation avait son importance. Parmi les indicateurs de performance, il proposait de prendre en considération les taux de recrutement des étudiants étrangers, révélateurs du « niveau

³⁴ « L'espace européen de l'enseignement supérieur, un défi pour les formations d'ingénieurs », colloque du CTI, Paris, mai 2004

d'attractivité » de notre système éducatif. Après avoir rappelé que de nombreuses délégations chinoises visitent les établissements supérieurs français, le directeur de l'enseignement supérieur ne manquait pas de préciser que la France était à cet égard « un territoire d'excellence », caractérisé par la diversité de son offre de formation.

Un certain manque de réciprocité dans les échanges

- **Un peu plus de 10 % des ingénieurs diplômés français travaillent à l'étranger.**
- **Plus de 50 % des élèves des écoles d'ingénieurs effectuent un séjour de six mois ou plus à l'étranger dans leur cursus.**
- **L'accueil des étudiants étrangers a augmenté, mais on est toujours dans un rapport de 1 à 2 entre l'export et l'import : deux Français à l'extérieur pour un étranger chez nous.**

Un démenti indirect aux propos de Jean-Marc Monteil était récemment donné avec la publication³⁵ du palmarès international des universités établi par l'université Jiao Tong de Shanghai : les performances françaises, loin d'être brillantes, sont catastrophiques. Les établissements anglo-saxons, avec de bonnes longueurs d'avance sur le reste du monde, occupent sans surprise les dix premières positions, de Harvard, Cambridge ou Stanford à Oxford. Dans ce classement établi à partir d'indicateurs (pondérés selon la taille de l'établissement) tels le nombre de prix Nobel, le nombre de citations dans Nature, Science et autres, Polytechnique n'arrive qu'au 203^e rang mondial, précédé de seulement sept universités françaises –en tête, Pierre-et-Marie-Curie, 46^e rang mondial, Orsay, 61^e, Strasbourg I, 92^e, l'ENS Paris, 93^e, le Collège de France, 101^e.

³⁵ *Le Monde* du 23 août 2005.

Vraisemblablement contestables et contestés dans le détail, ces résultats³⁶ marquent une tendance. L'impact des universités à l'étranger s'en ressent même si les effectifs d'étudiants étrangers est passé de 150 000 à 250 000 dans les universités françaises, selon les chiffres du Commissariat au Plan. Les étudiants étrangers représentent 13.7% de l'effectif universitaire et 7% de celui des grandes écoles. C'est d'autant plus regrettable que Jean-Marc Monteil insistait quant à lui sur l'importance d'attirer chez nous le meilleur des étudiants étrangers, vecteurs des valeurs françaises, une fois retournés dans leur pays d'origine.

Le cas chinois.

On estime à environ une centaine le nombre de chinois fréquentant nos écoles françaises. Une structure N + I (national et international) les répartit entre divers établissements. Début septembre, l'école Centrale a ouvert un établissement à Pékin ; elle vise à former, à terme, 300 diplômés par an avec un cursus calqué sur le modèle français. Cette ouverture s'inscrit dans un faisceau d'initiatives qui attestent l'attractivité du système français de formations d'ingénieurs et d'enseignement supérieur. Ainsi, les universités de technologie de Compiègne (UTC), Troyes (UTT) et Belfort-Montbéliard ont signé un important accord avec l'université de Shanghai. Le réseau ParisTech, qui regroupe dix écoles parisiennes, le Groupe des écoles des mines (GEM) ou les INSA (Instituts Nationaux des Sciences Appliquées).

³⁶« C'est l'histoire du petit ruisseau et des grandes rivières, explique Guy Gautherin. Pour être bien classé, c'est mathématique, il conviendrait de regrouper nos écoles, de les fusionner, de mutualiser leurs moyens. Avec nos 220 écoles, nous ne sommes pas crédibles ».

Les modèles français de formation des ingénieurs sont appréciés en Chine. Le bagage à la fois généraliste et polyvalent, la sélection, les liens étroits avec l'entreprise, sont autant de caractéristiques qui « parlent » aux responsables chinois – alors que les ingénieurs locaux suivent une formation avant tout théorique et très spécialisée. Résultat, les ingénieurs chinois ont plutôt un bon niveau pour la production. Ils sont en revanche peu qualifiés pour la conception, la Recherche & Développement, les bureaux d'études, la conduite de projets « transversaux ». Autant de points forts, justement, des ingénieurs formés « à la française ».

Naturellement, la France n'est pas seule à tenter l'aventure chinoise à l'horizon aujourd'hui des plus ouverts car la Chine ne parvient pas à former assez de cadres techniques pour son industrie. Rappelons que entre 600 000 et 700 000 ingénieurs sortent chaque année de l'université chinoise. Pour répondre aux besoins, il en faudrait 300 000 de plus estime le président de l'Université Beihang de Pékin.

6.2. L'Europe

En dépit des orientations diverses des systèmes de formation, un étroit travail scientifique commun se développe en Europe dans le cadre du développement de l'Union Européenne. Entre Allemagne, Espagne, Italie, Scandinavie et Royaume-Uni, la signification du terme « ingénieur » varie. Même si on distingue, en Europe comme chez nous deux grands types de cursus : une formation longue à dominante conceptuelle et une formation courte, plus pratique.

Reconnaissance des titres, harmonisation des diplômes, il y a longtemps – depuis l’instauration du marché intérieur européen, en 1993 – que les fédérations d’ingénieurs se sont groupées pour définir des normes. Le nouveau système LMD (licence, master, doctorat) est désormais en place sur le continent, malgré une certaine réticence anglo-saxonne. L’Angleterre, très attachée à son Phd, est opposée à la conception continentale. En dehors des très bonnes universités d’Oxford et Cambridge, les formations d’ingénieurs ne sont pas réputées – ne serait-ce qu’à cause d’une différence d’un an en moins dans le cursus. Les étudiants français qui vont là-bas arrivent quasiment toujours en tête de promotion. Dans le système anglais du *college* traditionnel, étudiants, professeurs et tuteurs forment une communauté intégrée. Là, les universités, d’abord avec réticence, comme sur le continent, ont fini par créer des lieux d’éducation orientés vers la pratique, comparables aux *Fachhochschulen* allemandes. L’Angleterre aimerait faire reconnaître leur titre d’*engineer* à l’égal des autres européens, ce que contestent les continentaux. Reste que la mobilité géographique et professionnelle des ingénieurs, favorisée par les programmes européens, n’a pas eu jusque-là les résultats escomptés. Créer un espace éducatif européen supposerait un effort considérable de maîtrise des langues, ne serait-ce que de la part des professeurs. Répondre à un appel d’offre de l’Université de Heidelberg exige au minimum de revigorer son allemand... En attendant, l’accent est mis auprès des écoliers européens, y compris les britanniques, pour qu’ils apprennent à parler deux langues en plus de la leur.

Le cas de l’Allemagne

Les champions d’Europe. Le système supérieur allemand apparaît pourtant aussi compliqué et mal articulé que le système français. Le modèle français de l’unité de

l'enseignement supérieur et de la recherche fut d'ailleurs un des préceptes des universités allemandes. Les *Fachhochschulen*, plus tournées vers le professionnel relèvent plus de l'esprit pratique anglais, avec les différentes disciplines présentes dans un même établissement. Par exemple, la *Technische Schule* de Karlsruhe réunit un département mécanique, un département électronique, un département de chimie, etc.

Pour comprendre la « culture ingénieur » de l'Allemagne, il est intéressant de remonter au début du XIXe siècle, quand elle était encore un pays fortement agricole, en ruine sur le plan politique, éclatée en une infinité de petites principautés qui assistaient avec scepticisme et impuissance au début de l'industrialisation. Afin de combler leur retard, les dirigeants de l'époque ont pris pour modèle la Grande-Bretagne pionnière – son esprit pragmatique et ses bricoleurs de génie. Le séjour en Angleterre faisait partie du programme de formation des jeunes recrues allemandes, qui pratiquaient là-bas ce qu'on appellera plus tard l'« espionnage industriel ». Quand le blocus continental fut imposé, à partir de 1806, des ouvriers anglais furent « importés » à des prix exorbitants, seuls capables de faire marcher les quelques machines introduites frauduleusement en Allemagne ! Devant cette désolation, le désir d'une politique nationale industrielle se fit sentir, assorti d'une demande de formation appliquée : moins de philosophie et d'universités figées dans leur savoir abstrait, et plus d'engagement pratique dans le monde de la réalité. La *Technische Hochschule* de Darmstadt (1836) est l'illustration exemplaire de cette exigence. Ce type d'écoles techniques, aptes à décerner les titres de « *Diplom-Ingenieur* » et de docteur-ingénieur, « *Dr.Ing.* », était inspiré des académies militaires. Elles ont apporté un soutien précieux

à la politique nationaliste-impérialiste. Précédant les « *Fachhochschulen* » d'aujourd'hui, elles étaient « la seconde jambe du système de formation technique allemand »³⁷.

Assumant un rôle significatif dans la construction du nouvel empire allemand, les ingénieurs pouvaient intervenir dans les conflits entre capital et travail, négocier et faire des compromis, sans aller jusqu'à remettre en cause les objectifs de développement économique des plans. Après la défaite militaire allemande de la Première Guerre mondiale, ils furent mis à l'écart des fonctions de direction nationale et militaire. Sous la République de Weimar, la réforme des *Hochschulen*, conduite par la bureaucratie prussienne, avait pour objectif une démocratisation prudente de leurs structures, ouvertes à des couches de la société moins privilégiées. Les *Technische Hochschulen*, dévalorisées et méprisées jusque-là par les conservateurs nationalistes, prirent part aux discussions afin de revaloriser leur formation, désireuses de renouer les contacts internationaux détruits durant la guerre et de rattraper les retards techniques et scientifiques par rapport à l'étranger, en premier lieu l'Amérique. Pour cause de rivalités d'écoles et faute de crédits, la réforme n'aboutit pas. Les idées socialistes furent stigmatisées comme antinationales : on peut ainsi faire remonter à l'échec de la politique des *Hochschulen* sous Weimar la sensibilité particulière des universités allemandes (élèves et professeurs) à l'idéologie socialiste-nationaliste.

Après la défaite de la Seconde Guerre mondiale, les officiers américains des universités allaient s'efforcer de relier le système anglo-américain des grandes écoles au système allemand. Un programme d'études générales fut adjoint aux anciennes

³⁷ Helmut Böhme, président de la *Technische Hochschule Darmstadt*.

matières enseignées dans les *Technische Hochschulen*, sans parvenir toutefois à s'y intégrer. Un premier congrès international, qui eut lieu en 1947 sur les ruines de la *Technische Hochschule* de Darmstadt, conclut au développement de la technique « comme exercice éthique et culturel ». Un enseignement social et sociologique fut exigé comme fondement du cursus d'ingénieur. La volonté d'orientation démocratique resta toutefois lettre morte et l'esprit traditionaliste continua de régner jusqu'en 1968. Depuis la contestation étudiante et à la suite de la réintroduction des pays fédéraux, on constate la progression de l'idée de travail scientifique et interdisciplinaire dans les *Technische Hochschulen*. « J'espère que la nécessité de connexion au système européen des grandes écoles nous protégera de douloureux retours en arrière », conclut Helmut Böhme.

6.2. Etats-Unis : le désordre

Le système universitaire américain est « loin de l'image stable et idyllique qu'on s'en fait à l'étranger »³⁸. Les présidents d'université visionnaires de jadis ont cédé la place à des gestionnaires, un problème en période de changement. La grande flexibilité du système américain est-elle un bien ? Elle est synonyme de « grand désordre ». Aux concours d'entrée – ceux de Harvard, du MIT, de Yale sont aussi féroces que Polytechnique – s'ajoute l'importance cruciale du « tri initial », à savoir l'épluchage des dossiers par des employés anonymes, qui rejettent ou non des candidatures selon des calculs étranges et variables. Il est possible d'être admis à Harvard parce qu'on sait jouer de la clarinette, par exemple. Autre trait singulier des campus, héritage de

³⁸ Benoît Mandelbrot, professeur de l'Université de Yale, spécialiste des objets fractals.

l'histoire : le voisinage des écoles et de l'université. En pleine guerre civile, Lincoln instituait une université dans chaque Etat destinée aux arts agricoles et mécaniques, ouverte à tout fils de paysan désireux de s'améliorer. Ainsi, sur le campus de Yale se trouve l'université de New Haven, comparable un peu au CNAM chez nous ; elle fut fondée par des professeurs qui répétaient le soir à des jeunes de milieu modeste, des immigrés, les cours qu'ils donnaient le matin à des « fils de famille ».

6.3. Le Japon en bref

Cherchant à mieux comprendre l'organisation des entreprises nippones à l'origine du développement du pays, des sociologues et économistes ont mis en évidence les étonnantes capacités d'adaptation du système japonais. Avec la venue des ingénieurs de l'électronique, est apparue en un temps très court (quatre ans) une nouvelle échelle hiérarchique dans les grandes entreprises, parallèle à l'ancienne, basée sur l'égalité de traitement du personnel³⁹. La comparaison de la situation au Japon et en France montre des divergences importantes, à peu près sur tout, notamment sur la place et le statut accordés aux jeunes dès la fin de leurs études, le recrutement impliquant une différence de déroulement de carrière, de mobilité, de motivation, de créativité, etc. Aux yeux de Japonais, les responsables de département ou de division, professionnellement sérieux, travailleurs et pleins d'idées... sont perçus comme très « désobéissants ». La notion de travail d'équipe est très présente au Japon. Lors d'un examen, si l'on demande à un candidat le moyen de déplacer un objet très lourd, tandis que le Français imaginera les

³⁹ Catherine Maurice, *Revue française de gestion*, n° 91, 1992.

solutions techniques les plus subtiles, le Japonais demandera simplement l'aide de ses voisins.

6.4. Synthèse

L'évolution du métier d'ingénieur tient au rapprochement des fonctions techniques et des fonctions commerciales et de gestion ; dans une moindre mesure, à l'apparition de zones de forte technicité dans les fonctions administratives ou tertiaires. Afin d'éclairer la discussion sur les risques d'insuffisance d'effectifs dans les filières scientifiques et technologiques, il paraît nécessaire d'effectuer un suivi quantitatif de la population hétérogène des ingénieurs⁴⁰. Une enquête auprès des entreprises sur leurs pratiques de recrutement, leurs pratiques de formation interne, les nouveaux postes de travail permettrait de combler certaines lacunes dans nos connaissances. Autre domaine mal connu en dehors des enquêtes Apec ou CNISF : la gestion des trajectoires professionnelles et l'analyse des mobilités internes (caractéristiques du marché du travail interne aux entreprises, aux groupes, aux secteurs et aux familles professionnelles). Par ailleurs, une analyse longitudinale serait indispensable pour rendre compte de l'évolution des profils et valider l'hypothèse d'un rapprochement des filières universitaires de formation initiale et des écoles d'ingénieurs. La question de la rénovation de la formation continue, en pleine évolution, mériterait elle aussi d'être étudiée.

⁴⁰ A partir de l'enquête emploi reclassée par FAP – source Dares, complétée par un suivi par fonction selon les données Apec.

Chapitre 7. Perspectives

7.1. Ingénieurs : qui sont-ils, que font-ils, comment vont-ils ?

A la fin du XXe siècle, sur fond de crise pétrolière, bulle Internet et délocalisations, les ingénieurs, qui représentaient une catégorie sociale très diversifiée mais relativement épargnée jusque-là, étaient confrontés au doute et aux interrogations. Des remises en question si radicales que certains, tel Régis Ribette⁴¹ n'hésitent pas à prôner une sorte de retour au compagnonnage, à partir d'une formation pratique et pragmatique, active et cogérée avec les entreprises.

Une décennie plus tard, « la multiplication des facteurs de perturbation et le caractère irréductible d'une composante proprement erratique »⁴² ont été intégrés dans les perspectives de développement du métier d'ingénieur... Autrement dit, la hauteur

⁴¹ La formation des ingénieurs en révolution, Régis Ribette, Personnel, 1991.

⁴² Claude Maury, auteur de nombreux articles sur les formations d'ingénieur et les questions de l'emploi.

des vagues perturbant considérablement la perception des marées, les prévisions désormais ne concernent pas des « évolutions » mais plutôt des « ruptures ». « Ne pas prévoir, c'est déjà gémir », mettait en garde l'ingénieur Léonard de Vinci. Néanmoins le ton n'est plus à l'emphase et aux promesses de lendemains qui chantent. Face à une demande difficilement modélisable, faute d'avenir assuré, les propos alentour des capacités nécessaires pour demain se contentent d'aligner quelques repères, de proposer quelques courbes de flux en guise de caution scientifique et font explicitement la part belle à l'intuition dans leurs pronostics. Outre l'esprit de méthode ce savoir intuitif est une des qualités recommandées à tout candidat au métier d'ingénieur !

7.2. « Modernisateur » pour le meilleur et pour le pire

Un passé glorieux au service de l'art et du bien-être de l'humanité, illustré jadis par la figure magnifique de Léonard de Vinci, artiste et ingénieur (il fit notamment des recherches pour « assécher » les marais de Sologne), ou encore par l'ingénieur maréchal Vauban... Archétypes des héros naïfs, curieux et valeureux, à l'affût de découvertes et d'applications industrielles tous azimuts, qui enflammèrent l'écrivain Jules Verne... Après avoir créé des entreprises, développé des réseaux de chemins de fer, tracé des canaux à Panama ou ailleurs, après des exploits extravagants, telle « l'immense affaire de l'automobile » pour parler comme Alain Touraine, ces créateurs de l'univers industriel aux capacités illimitées voyaient tout à trac leurs certitudes altérées quand elles ne s'effondraient pas comme un château de cartes. La rançon du succès, selon le sociologue, qui situe ce basculement dans les années 70.

7.3. Le pouvoir gris

C'est le moment où le commerce – on entrait dans la fameuse « société de consommation » – a pris le pas sur le savoir faire technique, où la production a été abusivement renvoyée dans les marges du système, quasiment hors champ. Banalisé dans un monde de cols blancs interchangeables, subissant comme tout le monde le rythme « boulot, métro, dodo », l'ingénieur s'est alors employé à des tâches d'élaboration de projets, d'organisation et de planification sans fin, où collaborait toute une génération de jeunes bobos intelligents comme lui, pour finir eux-mêmes responsables et victimes plus ou moins consentantes d'un marché hors contrôle.

Les problèmes majeurs d'inégale répartition des richesses et de préservation des ressources, restés sans solution, la montée irrépressible des pollutions ont fini par ébranler la confiance. La garantie de progrès apportée par les sciences et les techniques, les certitudes du positivisme fécond au XIXe siècle avaient mal survécu à la bombe atomique, à deux guerres mondiales, aux totalitarismes du siècle passé. La mondialisation et son triste cortège de dépôts de bilan et de désastres écologiques, qui occupent l'actualité, désenchangent le présent et hypothèquent le futur.

7.4. Un bouc émissaire

La conquête de la planète Mars se prépare dans un monde « globalement » désenchanté. Les spoutniks d'aujourd'hui soulèvent moins l'enthousiasme des foules qu'ils ne provoquent l'inquiétude de rendez-vous incertains. Tant pis pour les tunnels sous la Manche, les ponts de Millau, tant pis pour les conquêtes de portée majeure, matériaux révolutionnaires, polycarbonate, verre structurel hautement résistant, bio-

textile... Les performances scientifiques et techniques mises au point par de discrets ingénieurs sont saluées avec moins d'ardeur aujourd'hui qu'un record d'athlétisme. Une simulation interactive en temps réel, qui aura nécessité une complexité de calculs inouïe, fait moins rêver qu'une clepsydre de l'ancienne Egypte.

Bernard Esambert, ancien conseiller du Président Pompidou, reconnaissait, lors d'un colloque sur le métier d'ingénieur, que la planète qui n'avait été qu'égratignée jusqu'à une époque récente par la mince pellicule d'humains qui la recouvre, était davantage « travaillée en profondeur par notre action depuis un petit nombre de décennies ». Et ce polytechnicien de renom, qui avouait vouloir rester optimiste, s'interrogeait néanmoins sur « la capacité des mesures de nature à corriger les effets de cette action, afin de laisser une planète vivable à nos enfants ». Depuis le sommet de Rio, le souci de développement durable est au cœur **de la réflexion sur la modernité** (ou de la post-post modernité), là où précisément œuvrent les ingénieurs. A ce questionnement, les héros de jadis sont sommés de participer.

La figure de l'ingénieur a bel et bien été récusée. Qui connaît « les ingénieurs de l'année », Guillaume Engel et Vincent Basso (prix pour le développement durable), Eric Romon et Laurent Malberti (prix pour un projet industriel), Jérôme Peseux et Bruno Berge (prix pour l'innovation) ? Le magazine *L'Usine nouvelle*, qui soutient cette initiative, ne présente pas même une photo de ces personnalités de premier rang en couverture du numéro qui leur est consacré ! Quelle télévision programmera une soirée de remise des « vinci », à l'égal des césars pour le monde du spectacle ?

7.5. Un ingénu, un ingénieux, un ingénieur

L'idée que l'on se fait de l'ingénieur est ainsi contrastée. Hier, c'était l'héritier cossu d'une bourgeoisie conquérante, parfois un peu trop, mais ses conquêtes se faisaient au nom du développement, et la science rimait avec bonne conscience. L'ingénieur était alors le « délégué du patron », plutôt bien intégré au sein d'une entreprise « bonne fille », reconnaissant à son pays et à ses valeurs rassurantes de liberté, égalité, fraternité, quand ce n'étaient travail, famille, patrie.

Désormais, c'est un jeune « cadre » en chemisette, nettement moins conventionnel que ses aïeux, mais plus difficile à cerner. Un Monsieur Tout le monde en somme – ils sont des centaines de milliers en France (493 300 selon le CNISF) –, soucieux de sa carrière, concerné en priorité par ses bulles environnementales proches, sa famille, ses loisirs, sa trajectoire personnelle. Pour le reste, sans illusion, il est néanmoins prêt à enfourcher un nouveau cheval de bataille, c'est son tempérament. S'impliquer, chercher des solutions à des problèmes impossibles d'eau, de réchauffement climatique, de risque zéro, d'inégal développement... Chercher, trouver, c'est aussi son métier. Encore un peu.

7.6. Déficit d'image ou trop plein ?

*« When engineers drink together,
what professional
jokes can they tell ? »*

Quand des ingénieurs boivent ensemble, / quelles blagues de métier / peuvent-ils se dire ?, interrogeait le poète désabusé WH Auden. « Un homme sans image ? » faisait

mine de s'interroger Claude Maury⁴³. Un médecin, un paysan, un ouvrier sont des figures parlantes. Celle de l'ingénieur le serait moins : il n'est pas clairement situé sur l'échelle du pouvoir, et cela d'autant plus qu'il n'est pas spontanément attiré par la communication. A un face-à-face télévisuel, le malheureux préférerait la compagnie des objets. Il est surtout vrai que la diversité des formations, métiers, savoirs, parcours et technologies est telle qu'aucun trait monolithe ne caractérise l'ingénieur, sinon précisément cette rapide mutation professionnelle, sociale et culturelle dans laquelle il évolue, non sans souci.

⁴³ Culture technique n° 12, mars 1984.

Conclusion : Horizons de la Formation ?

Le Littré définit notamment le terme horizon par « *ligne circulaire variable en chaque lieu, dont l'observateur est le centre et où le ciel et la terre semblent se joindre* » ou encore « *la partie de la surface terrestre où se termine notre vue* ». « *Plus on s'élève, plus l'horizon s'agrandit* » avance aussi le dictionnaire. Cette image de l'horizon ne semble pas inadéquate à l'aune de ce qui précède avec l'observateur en ingénieur des temps actuels. Il est dit encore que l'horizon « *s'éloigne de nous à mesure que nous en approchons* ».

On peut en déduire que c'est beaucoup d'inattendu et d'imprévisible qui se dévoile avec l'horizon qui recule. Dès lors, l'accueil de l'inattendu et de l'imprévisible est essentiel pour qui refuse l'inertie. Pour ce faire, la complexité croissante de ce que dévoile l'horizon appelle des capacités qui délimitent l'espace du mouvement de l'être humain dans l'univers. A sa place pour répondre au rendez-vous qui lui est donné, l'ingénieur doit se considérer rhizome et pivot. Ainsi s'expose-t-il de la meilleure façon pour exploiter ce qui est et explorer ce qui sera. Cette dernière notation interdit de

placer des bornes qui risqueraient d'empêcher qu'advienne l'inédit. De ce point de vue, si l'extrême diversité des écoles d'ingénieur peut poser des questions d'insuffisance de masse critique et de visibilité pour chacune d'elles, sauf les prestigieuses, cette même diversité épouse plus totalement chaque fragment de la réalité de l'activité productive. Apparaît ici l'équilibre toujours à faire entre l'exigence d'une réalité diverse jusqu'à l'infini qui justifie que l'on en soit le plus à proximité possible par des écoles nombreuses et l'exigence de visibilité pour l'extérieur, qui elle exige la masse critique.

Pour finir, osons donner la parole à Claude Lévi Strauss qui compare le bricoleur et l'ingénieur pour faire apparaître le visage de ce dernier. Dans « *la pensée sauvage* », il décrit le bricoleur qui « *œuvre de ses mains, en utilisant des moyens détournés par comparaison avec ceux de l'homme de l'art* ». Lévi-Strauss décrit le bricoleur comme étant « *apte à exécuter un grand nombre de tâches diversifiées* ». Mais, à la différence de l'ingénieur, « *son univers instrumental est clos, et la règle de son jeu est toujours de s'arranger avec les moyens du bord* ». Aussi, « *l'ensemble des moyens du bricoleur n'est donc pas définissable par un projet, il se définit seulement par son instrumentalité* ». L'ingénieur, en revanche, pour résoudre le problème posé, « *interroge l'univers et cherche toujours à s'ouvrir un passage et à se situer au-delà, tandis que le bricoleur, de gré ou de force, demeure en deçà... le premier opère au moyen de concepts, le second au moyen de signes* ».

Annexe : La Recherche, le transfert et la valorisation dans les Grandes Ecoles

Une enquête sur la recherche dans les grandes écoles, membres de la CGE (2004) a permis de faire l'état des lieux, de recenser les forces et de constater que la recherche, le transfert et la valorisation sont des missions fondamentales ancrées au cœur des activités des écoles. Quelques indicateurs tirés de cette enquête, comme le fait que 20% des docteurs, sont issus des grandes écoles, en témoignent. Cela témoigne aussi d'une prise de conscience du rôle essentiel de la recherche et l'innovation pour le développement des grandes écoles dans une vision intégrée formation/recherche.

Par ailleurs, il existe des spécificités à la recherche menée par les grandes écoles. Celle-ci s'est donnée comme orientation stratégique, outre sa participation à la production de connaissances et de savoirs, de contribuer au développement technologique et économique du pays dans le cadre d'une démarche réellement partenariale avec les milieux socioéconomiques, d'être fortement tournée vers l'innovation et la création de valeurs comme en attestent les nombreuses créations d'entreprises issues des travaux de recherche des grandes écoles, et de participer

également à la formation des ingénieurs et des managers. La démarche pluridisciplinaire, souvent mise en jeu dans les grandes écoles, est un élément moteur de créativité et d'approche des objets et des systèmes complexes. Une telle orientation dépasse le cadre des clivages traditionnels entre recherche fondamentale et recherche appliquée, car des champs de recherche très originaux peuvent émerger de problématiques industrielles assurant un continuum entre les différentes approches de la recherche. Elle questionne une vision linéaire, qui va de la recherche fondamentale vers les applications, au profit d'une approche plus circulaire.

En matière de recherche et d'innovation, les universités et les grandes écoles sont deux dispositifs complémentaires, aptes à s'enrichir mutuellement de leurs expériences séculaires. Cet atout est une richesse pour résister à la tentation de l'uniformisation et jouer la carte de la complémentarité et de la synergie. Dans leurs perspectives, les grandes écoles développent la recherche partenariale et les synergies entre tous les acteurs publics et privés de la recherche. La mobilité et la perméabilité entre les milieux notamment sont favorisées. Cette inflexion vers la recherche contribue au renforcement de la renommée des grandes écoles. Quelques données chiffrées sur la recherche des grandes écoles : les grandes écoles produisent 2 000 des 10 000 thèses qui sortent chaque année en France, dont 4 à 5 000 dans les sciences exactes. Le nombre de leurs diplômés augmente de 4.8% par an. Elles emploient 17 000 professionnels de la recherche (thésards, enseignants-chercheurs, IATOS, ITA). Leurs activités contractuelles représentent entre 200 à 230 millions d'euros (la part des contrats européens augmentant au fil du temps).

Bibliographie

Valérie Albouy et Thomas Wanecq, « Les Inégalités Sociales d'accès aux grandes écoles », *Economie et Statistique*, n°361, 2003

JP Bertramo, J Bourdon, JJ Paul, « L'emploi scientifique à l'horizon 2000 », in *Formation emploi* n° 45, 1994.

Louis Bothorel, « Ingénieurs : une pseudo-pénurie », in *Recruter* n°4, 1992

Paul Bouffartigue, « Ingénieurs débutants à l'épreuve du modèle de carrière », trajectoires de socialisation et entrée dans la vie professionnelle, in *Revue française de sociologie* n°1, 1994.

Alain Chataignier, René Eksl, Rapport d'études pour la DGEFP (Ministère de l'emploi et de la solidarité) "Appui technique Ingénieurs et cadres techniques", 2002

Dominique Demailly, "Le salaire des ingénieurs diplômés", *Insee Première* n° 345, 1994

Jean Dhombres, « Structures mathématiques et formes de pensée chez les ingénieurs », in *Culture technique* n° 12, mars 1984

Robert Germinet, *L'apprentissage de l'incertain*, Odile Jacob, 1997

Alain Giré, André Béraud, Patrick Déchamps, *Les ingénieurs : identités en question*, L'Harmattan, 2000

Michel Guillaud, « Quels ingénieurs pour l'industrie ? », 1990

- Bertrand Hériard Dubreuil, *Imaginaire technique et éthique sociale, essai sur le métier d'ingénieur*, Ed De Boeck Université, 1997
- Claudine Lange, *Etre ingénieur aujourd'hui*, Ed du Rocher, 1993
- Henri Lasserre, « Systèmes de représentation et idéologies des ingénieurs français », in *Culture technique* n° 12.
- Denis Lemaître, *La Formation humaine des ingénieurs*, PUF, 2003.
- Jean-Louis Lemoigne, "les paradoxes de l'ingénieur", *Culture technique*, n° 12
- Jean Lojkine, enquête auprès des anciens de l'Ensam, Arts et métiers, et de l'Enscp Chimie, 1992.
- Anne-Marie Lucas, Flash formation continue, n° 364, mai 1999
- Gérard Malglaive, « Ingénieurs par l'apprentissage », in *Actualité de la formation permanente* n° 119, août 1992.
- Claude Maury, "l'ingénieur : un homme sans image ?", *Culture technique* n° 12
- Mireille Peylet, « Bilan personnalisé des compétences de candidats ingénieurs », in *Orientation scolaire et professionnelle*, vol. 21, n°3, sept. 1992
- Régis Ribette, "La formation des ingénieurs en révolution", *Personnel*, 1991
- Pascal Roque, Document 105 du Cereq, série *Evaluation*, mai 1995
- André Rosanvallon, «La formation continue des ingénieurs pour de nouvelles organisations du travail », *Formation emploi* n°38, 1992.
- Claude Seibel, *Avenirs des métiers*, la Documentation française, 2003
- Dominique Vinck, *Ingénieurs au quotidien : ethnographie de l'activité de conception et d'innovation*, PUG, collection du génie industriel, 1999
- UCI-FO, *Femme et Cadre*, Agence d'objectifs FO-IRES, été 2003
- UCI-FO, *Rationalisation économique et précarisation du travail des cadres*, Agence d'objectifs FO-IRES, décembre 2004