

La réalité du travail de l'ingénieur et son évolution

Aujourd'hui comme hier, l'identité de l'ingénieur se constitue par la maîtrise d'une expertise technique et par la capacité à mener à son terme le processus de réalisation d'un objet technique. Toutefois, il subit désormais dans son travail l'empreinte des contraintes nouvelles qui pèsent sur l'entreprise : une concurrence plus âpre qui met l'organisation sous pression, et des clients plus exigeants et plus versatiles. Dans ce contexte, la production de technologies nouvelles n'est plus considérée comme toujours indispensable par les entreprises. En revanche, celles-ci souhaitent en général conserver un contrôle direct sur leur politique d'innovation, qui tend à s'imposer comme un impératif principal pour l'intervention de l'ingénieur.

par Claude MAURY*

POURQUOI S'INTERROGER SUR LE TRAVAIL DE L'INGÉNIEUR ?

Malgré des doutes croissants devant le progrès technique, nous conservons une vision idéalisée et très positive de l'ingénieur

Lorsque l'on s'interroge aujourd'hui sur l'ingénieur, il est difficile de ne pas être frappé par le caractère idéaliste et optimiste des quelques études générales consacrées à ce sujet – pas si fréquentes que cela, il est vrai – qui rejoignent une opinion largement positive du grand public.

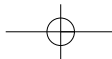
On continue, en effet, à attacher à l'ingénieur les vocables les plus flatteurs et de le présenter, avec un soupçon de lyrisme, comme le bâtisseur désigné du monde de demain, apte à construire, avec toute l'expé-

tise et l'application nécessaires, des routes, des réseaux de distribution d'eau, des barrages ou des centrales énergétiques utiles au bien commun, à concevoir pour le médecin les appareils de mesure les plus sophistiqués et les plus précieux pour explorer les tréfonds de notre corps ou encore à mettre en place les réseaux d'information dont le monde moderne ne peut plus se passer pour maîtriser la complexité croissante de ses échanges...

Un siècle et demi seulement après son arrivée dans nos sociétés (1), l'ingénieur moderne reste dans nos esprits, par la variété de ses interventions et la magie des techniques qu'il maîtrise, le symbole emblématique d'un progrès technique en mouvement dont on espère tou-

* Ingénieur général des Mines, animateur du Comité d'études sur les formations d'ingénieur (CEFI).

(1) On a trop vite oublié que dans les années 1850, il n'y avait, dans le monde entier, que quelques centaines d'ingénieurs.



jours (malgré, il est vrai, des hésitations croissantes) qu'il porte en lui la solution à tous nos soucis.

Il est révélateur d'observer combien régulièrement revient, d'un pays à l'autre, la peur d'un manque local (2) d'ingénieurs, plus souvent sur la base d'intuitions que de données assurées. Cette inquiétude récurrente ne fait, au fond, qu'exprimer la conscience que nous avons de l'apport critique des ingénieurs au développement de nos économies et à sa traduction en termes de créations d'emplois et de prospérité des territoires, des villes, des régions, voire de nations entières...

De multiples interrogations...

Mais en examinant les choses d'un peu plus près, on perçoit tout de même le risque qu'il y aurait à s'en tenir à ces visions générales et simplificatrices, et à un discours par trop porté par des satisfactions de principe, prolongeant vers le futur des réalités du passé.

Il est patent, tout d'abord, que la stature professionnelle de l'ingénieur, et donc son image, s'est notablement modifiée au cours de ces dernières décennies, par rapport à une époque désormais révolue, le début du XX^e siècle, où l'ingénieur était vu avant tout comme un capitaine d'industrie, voire, pour rester dans les comparaisons guerrières, comme un officier à la tête de ses troupes, s'appliquant à gagner les batailles de la production.

Des enquêtes récentes montrent qu'une fraction importante des jeunes ingénieurs occupe désormais en début de carrière des tâches fonctionnelles, sans responsabilité de commandement. A l'ingénieur traditionnel porteur d'autorité, coordonnateur du travail d'équipes d'ouvriers et de contremaîtres, s'est substitué un homme passant beaucoup (même parfois l'essentiel) de son temps devant un écran d'ordinateur et intervenant de plus en plus en fonction de ses capacités à modéliser et à calculer, sans que l'on sache très bien si, demain, les performances croissantes des ordinateurs ne grignoteront pas ces tâches.

Mais d'autres interrogations, peut-être plus profondes, apparaissent. Lorsqu'un ingénieur (de fait, plutôt l'entreprise qui l'emploie) bâtit une route ou un pont, il intervient pour l'essentiel en suivant un cahier des charges, sur lequel il n'a généralement guère eu son mot

(2) Au plan mondial, le nombre des ingénieurs formés va pratiquement doubler en une quinzaine d'années (principalement en Asie, il est vrai).

(3) Le point amusant, si l'on peut dire, est que la grande marque de l'architecte a été de proposer un pont courbe, et non un pont droit, qui aurait été « un pont d'ingénieur » et que cette performance a obligé à des contorsions techniques incroyables, que, seul, l'ingénieur a rendues possibles...

(4) Cette démarche peut être discutée, voire contestée, du fait essentiellement de son caractère très général, réduisant à l'excès la variété des situations concrètes. Nous ne prendrons guère en compte la dimension collective des activités dans lesquelles l'ingénieur s'investit, que ce soit au sein d'équipes projets associant des compétences multiples, ou dans des structures plus larges dont l'efficacité est le produit d'un phénomène de groupe.

à dire. Ce simple constat pose la question de la place que l'ingénieur peut, ou devrait tenir dans la définition des projets, c'est-à-dire, en d'autres termes, la question de son rôle potentiel au niveau de la maîtrise d'ouvrage où s'exercent de plus en plus des arbitrages « compliqués » impliquant des multitudes d'acteurs de sensibilités différentes (pensons simplement à l'exemple des systèmes de transport urbain).

Cette observation nous amène à nous interroger sur l'importance relative accordée à l'ingénieur vis-à-vis de porteurs d'autres expertises moins techniques, que celles-ci soient liées aux aspects financiers, aux dimensions *marketing* ou aux stratégies de développement. La chose pourra sembler anecdotique, mais on en revient régulièrement, dans les assemblées d'ingénieurs, à l'exemple de la magnifique réalisation du viaduc de Millau, dont l'architecte, connu et respecté, garde, il faut le savoir, une propriété intellectuelle sur l'ouvrage (3) (que l'on ne peut ainsi modifier sans son accord), alors que les équipes d'ingénieurs qui ont joué un rôle décisif dans sa réalisation sont renvoyées à l'arrière-plan et ne conservent aucun lien avec cette réalisation, qu'elles ont pourtant rendue possible...

Un concept à analyser sous ses trois facettes

On ne peut en réalité traiter sérieusement la question de l'avenir du travail de l'ingénieur, sans examiner avec attention ses trois grandes composantes :

- une activité, impliquant un minimum d'effort, à bien identifier dans sa nature,
- une demande, cause déclenchante du développement de cette activité, la confirmant comme utile et lui conférant au passage une valeur économique,
- une considération sociale repérée au travers d'une position professionnelle, de revenus et peut-être, plus encore, des marges d'autonomie.

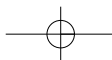
C'est ce que nous allons faire maintenant, en cherchant à approfondir autant que nécessaire les spécificités du métier d'ingénieur pour chacune de ces trois dimensions (4).

LE TRAVAIL DE L'INGÉNIEUR SAISI DANS SA RÉALITÉ

Deux spécificités majeures

On peut, d'une manière au fond assez simple, qualifier le travail de l'ingénieur, tel que nous le concevons en France, au travers de deux grands traits :

- il s'appuie, à des degrés variables, sur une expertise de nature technique, développée par réalisme sur un champ délimité,



• il s'insère dans une logique de construction (au sens large de ce terme) débouchant, selon les cas, sur de nouvelles installations ou sur de nouveaux dispositifs, voire, par extension, sur la mise en œuvre de changements significatifs.

Cette présentation fait l'impasse sur le rôle traditionnel d'encadrement de l'ingénieur, dont on sait qu'il a notablement perdu de son importance, et, surtout, qu'il n'est plus un point de passage obligé de sa carrière. Elle amène en tout cas à l'idée que l'identité de l'ingénieur se constitue par la maîtrise d'une expertise technique et par la capacité à mener à son terme un processus de réalisation d'un objet technique.

L'expertise technique va bien au delà de la maîtrise d'un savoir

On ne peut imaginer aujourd'hui qu'un ingénieur se réclame d'une expertise technique sans être détenteur d'un savoir approfondi et de compétences spécifiques à un domaine donné. Cet acquis peut se décliner en une série d'exigences couvrant la maîtrise d'outils mathématiques de modélisation et de calcul, la possession de tout un ensemble de connaissances se rattachant plus ou moins directement aux sciences de base (physique, pour l'essentiel, mais aussi chimie, voire biologie) et, au-delà, la maîtrise de méthodes et de capacités pratiques.

Mais si ce bagage est nécessaire (il est d'ailleurs imposé strictement au niveau des études conduisant au métier d'ingénieur), il n'est absolument pas suffisant : on ne peut parler d'une expertise en tant que telle sans l'ajout de deux grandes qualités complémentaires :

- d'abord, une capacité de vision du champ considéré – on pourrait utiliser le terme d'intelligence – qui va impliquer une expérience directe et prolongée des réalités (entre 2 à 10 ans) amenant à une contextualisation du savoir et à une reconnaissance de la singularité du réel dans toute sa complexité,
- ensuite, une capacité de jugement qui renvoie à l'aptitude précieuse et attendue de décider « juste », amenant l'expression d'un avis argumenté, proposé comme l'option ou comme l'interprétation la plus réaliste.

L'ambition naturelle pour un ingénieur d'être reconnu comme expert technique va au-delà de la seule possession d'un savoir ; elle prend également en compte une capacité à « voir » les choses (reconnaître les formes significatives dans une information foisonnante) (5), et une aptitude à faire remonter à la surface les données porteuses de sens et à les transmettre. Il n'est que trop

(5) C'est en ce sens que les médias mobilisent systématiquement des experts pour mieux lire l'information disponible.

(6) D'où la définition paradoxale, mais néanmoins efficace, qui consiste à définir l'ingénieur comme l'homme qui résout des problèmes d'ingénieur (site du CÉFI)...

(7) L'exercice libéral de la profession d'ingénieur est très limité en France, alors qu'il est courant en Italie.

clair qu'un jeune diplômé sortant d'une école d'ingénieurs, fût-il extrêmement brillant, ne les possédera pas, faute d'avoir été confronté à des situations réelles.

Comment comprendre le terme de « constructeur » ?

La qualification de « constructeur » évoque un enchaînement d'actions aboutissant, *in fine*, à une réalisation concrète, répondant toutefois à une « commande » donnant à cette réalisation une valeur. Elle amène l'ingénieur à inscrire son intervention dans un processus maintes et maintes fois décrit, où un travail central de conception est préparé par une phase d'analyse, puis de modélisation, avant d'aboutir à des essais et à une réalisation finale.

D'une manière plus générale, on peut voir l'ingénieur comme un homme apte à accompagner une dynamique de changement, qui repose toujours, à un certain degré, sur une analyse critique de l'existant. Il s'agit, selon les cas, d'adapter de nouvelles technologies, d'optimiser des artefacts des plus variés, allant du petit composant jusqu'au grand système, ou de proposer des solutions totalement repensées.

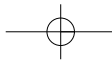
Dans ce cadre, l'intervention de l'ingénieur conduit à l'émergence d'une réalité nouvelle, qui n'existait pas avant elle, tout au moins pas sous cette forme. On ne peut immédiatement considérer cette création comme une forme d'innovation, car elle représente davantage la réponse faite à une commande que l'anticipation réussie à une demande extérieure mal cernée, et parfois même inexistante au départ.

LE TRAVAIL DE L'INGÉNIEUR COMME RÉPONSE À UNE DEMANDE SOCIALE

Les développements précédents nous ont rappelé les aptitudes que nous associons, d'une manière très générale, à l'intervention de l'ingénieur. On peut en retenir l'idée simple que l'ingénieur, en tant que professionnel, est défini par ce qu'il est capable de faire (6). Mais pour que cette activité acquière le statut d'un travail, il faut la rapporter à une demande (ou commande) externe lui conférant une dimension d'utilité sociale et une valeur d'échange légitimant le versement d'une rémunération.

En règle générale, l'ingénieur intervient au sein d'un collectif

La première observation à faire est que, dans nos pays développés, l'ingénieur est essentiellement un salarié intégré à une entreprise (7) (ou à tout type d'organisation), ce qui le place dans un cadre spécifique où il n'a aucun contact direct avec la demande de produits,



d'équipements ou de services qu'il va pourtant contribuer à satisfaire.

Cette situation traduit une dépendance parfois oubliée entre le résultat du travail de l'ingénieur (un objet technique, au sens large) et une structure d'entreprise porteuse de multiples ressources (financières, commerciales, humaines, stratégiques...), étant observé que celle-ci assume en plus deux fonctions essentielles associées, celle de la collecte de financements et le risque d'entrepreneur, avec ce que cela implique d'autonomie stratégique.

Pour l'essentiel, le travail de l'ingénieur ne prend finalement son sens que par rapport à une logique d'entreprise soumise, comme on le sait, à de multiples contraintes et sollicitations de son environnement (en premier lieu, de son marché), dans un cadre institutionnel où se manifestent les attentes des actionnaires attentifs à la rentabilité, les menaces de fonds prédateurs en cas de la moindre anomalie dans les cours de bourse...

L'ingénieur subit désormais dans son travail l'empreinte des contraintes nouvelles qui pèsent sur l'entreprise

Il n'est donc désormais plus possible de bien saisir la réalité présente du travail de l'ingénieur sans se référer aux grandes évolutions du contexte général de l'entreprise.

— *Une concurrence plus âpre qui met toute l'entreprise sous pression*

La globalisation de l'économie mondiale, telle qu'elle découle de la libéralisation des échanges et des nouvelles ambitions industrielles des économies asiatiques, amène indiscutablement à un net durcissement de la concurrence.

Cette donnée de base, qui oblige toutes les entreprises à être très attentives à leurs coûts, ainsi qu'à leur capacité à se développer et à mobiliser le travail des ingénieurs, va conduire à un management essentiellement stratégique ayant pour objectif de conquérir ou de défendre une position dominante, voire dominante, en jouant sur tous les registres imaginables.

Le souci de concentrer son énergie sur l'essentiel ne va pas nécessairement jouer en faveur des ingénieurs, comme le montre le recours devenu systématique à des prestataires de services spécialisés (8). Selon les entreprises, l'avantage différentiel recherché proviendra d'un effet de taille (souvent lié à une croissance externe impliquant l'apport de financements), d'une bonne intelligence du marché ou, naturellement, d'une capacité d'innovation.

— *Un client plus exigeant et plus versatile*

La seconde grande donnée de l'environnement des entreprises est la puissance nouvelle des clients (il serait plus exact de parler d'un nouveau rapport de force), qui sont en mesure de faire prévaloir leur point de vue dès

lors que leurs besoins primaires sont satisfaits pour l'essentiel. Cela se traduit, au moins pour les biens de consommation, par :

- l'émergence d'une logique de mode et d'innovation imposant un renouvellement rapide des produits,
 - un effort important de consolidation des effets de marque, indispensable pour cristalliser la confiance.
- Même s'il reste en partie protégé par la structure de l'entreprise, l'ingénieur peut difficilement, aujourd'hui, travailler sans prendre en compte le rapport final de son activité avec un client et, concrètement, l'influence de ce dernier. Celle-ci s'exerce principalement dans deux domaines :
- le rapport de plus en plus étroit entre les produits et les services proposés sur le marché et des dimensions « usage »,
 - le souci croissant du consommateur de se prémunir à la base contre toute agression, tant immédiate que différée, contre son cadre de vie.

Des conséquences diverses pour le travail de l'ingénieur

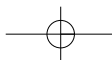
Comme on l'imagine aisément, les éléments qui précèdent ne sont pas sans conséquences sur la contribution attendue des ingénieurs. On peut rapporter celle-ci à quelques grands cas de figure.

Pour beaucoup d'entreprises, principalement pour les plus grosses, la question prioritaire est celle du choix de la bonne stratégie, dans un environnement toujours difficile. Celle-ci peut être financière (pour permettre, par exemple, une croissance externe), commerciale, en matière de qualité du service ou de niveau d'innovation... La possibilité de lier un avantage différentiel décisif à une percée technologique n'est qu'une hypothèse parmi d'autres.

Pour les entreprises dont la vocation est de fournir des services aux entreprises, essentiellement pour la mise en place de systèmes d'information ou d'équipements de *process*, l'obligation impérieuse est plutôt de développer une réactivité adaptée aux problèmes posés, avec un bon niveau de qualité. Dans ce contexte, l'ingénieur est le vrai capital de l'entreprise, et il est primordial qu'il fasse bien son travail et qu'il gère au mieux les projets qui lui sont confiés.

Pour les entreprises de taille plus modeste, qui cherchent à tirer au mieux leur épingle du jeu sur des niches de produits ou de prestations, dans une relative continuité, l'apport du travail des ingénieurs (comme de l'ensemble des intervenants techniques) est perçu comme étant à la source d'un avantage concurrentiel important, du fait qu'il permet le développement d'innovations et l'obtention de meilleures performances. Comme le montre l'exemple allemand, c'est sans doute

(8) Devenus désormais les premiers recruteurs de jeunes diplômés.



sur ce segment que l'impact d'une qualité des ingénieurs peut avoir le plus d'effets.

Ce panorama simplifié révèle une dissociation relative, qui peut surprendre, par rapport au passé, entre, d'une part, la volonté de développement et une capacité à faire des affaires et, d'autre part, la production de technologies nouvelles. En effet, tant qu'on le juge nécessaire, on va acheter à l'extérieur la technologie intéressante, à supposer que l'on en ait les moyens. L'entreprise garde, par contre, un contrôle beaucoup plus direct sur sa politique d'innovation, qui tend à s'imposer comme un impératif principal pour l'intervention de l'ingénieur.

QUEL STATUT SOCIAL POUR LE TRAVAIL DE L'INGÉNIEUR ?

Il nous faut maintenant en venir au niveau et à la forme de la reconnaissance accordée au travail de l'ingénieur dans son environnement, qui, comme nous l'avons noté plus haut, reste pour l'essentiel l'institution « entreprise », même si l'on doit également porter attention à la perception qu'a, de l'activité de l'ingénieur, la société en général.

Comment l'entreprise considère-t-elle le travail de l'ingénieur ?

— *Le travail de l'ingénieur ressort-il à une qualification, ou à un talent ?*

Nous avons rappelé plus haut que la qualification de l'ingénieur faisait sens dans l'entreprise, pour l'essentiel, par rapport à une capacité de régler des classes de problèmes technique (l'expertise) et de conduire des processus variés de changement allant jusqu'à la construction d'un dispositif ou d'un système nouveau.

Sur la base de ce constat, deux points de vue opposés sont possibles :

- soit l'on considère que cette contribution peut être totalement codifiée (et transcrite précisément en compétences identifiables) et fournie, de ce fait, de manière interchangeable par des individus différents (logique de qualification),
- soit on lie, dans une vision de performance, cette contribution à des singularités individuelles, ce qui amène à parler de talents.

La seconde hypothèse (9) implique que l'expertise exprimée ait une valeur dépassant les attentes courantes, par rapport à des choix d'importance critique

(9) Longuement évoquée dans le livre de Pierre-Michel Menger (*L'Artiste en travailleur*), qui analyse le rapprochement des paradigmes régissant le travail de l'ingénieur et ceux régissant le travail de l'artiste.

(10) La complexité matérielle et logique d'un portable de dernière génération défie l'imagination...

(enjeux stratégiques), ou que la construction réalisée par l'ingénieur ait un caractère original la rapprochant d'une création, pour partie imprévisible et personnelle (innovation de rupture).

Si ces deux conditions ne sont pas si fréquentes, elles se manifestent assez régulièrement dans la vie des entreprises, lors de percées liées au lancement de nouveaux produits, en particulier si ceux-ci sont porteurs d'une innovation conséquente.

La reconnaissance sociale du travail de l'ingénieur

Comme nous l'avons souligné au début de cet article, l'intervention de l'ingénieur bénéficie toujours (tout au moins, si on l'envisage dans sa globalité) d'une image étonnamment positive, dès lors que l'ingénieur reste le symbole de l'espérance attachée au progrès technique et où il peut se prévaloir, de surcroît – en tout cas, en France – d'un statut professionnel toujours privilégié.

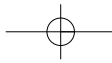
Indiscutablement, des doutes se font désormais jour sur l'idée même de progrès, ce qui pourrait altérer l'image idéalisée de l'ingénieur, mais, en réalité, la contestation se fixe en premier lieu sur l'échelon décisionnel, qui n'est pas perçu comme étant celui des ingénieurs. Si l'ingénieur joue un rôle critique dans la construction d'une centrale nucléaire contestée par les écologistes, il est perçu comme le simple exécutant d'une décision politique supérieure. Si l'on estime qu'il faudrait réduire l'usage de l'automobile, on ne reproche rien à l'ingénieur qui les fabrique.

La question de la reconnaissance du travail de l'ingénieur se pose davantage du fait de sa faible lisibilité et d'un lien qui ne se fait pas avec les grandes attentes des consommateurs ou des citoyens.

Personne, pratiquement, même les familles des intéressés, ne perçoit clairement la manière dont les ingénieurs participent de manière décisive à l'arrivée des lecteurs de DVD, des voitures hybrides...

Au niveau de sophistication qu'elle a atteint, la technologie n'est plus perçue que par les services qu'elle apporte : on perçoit un téléphone portable comme un outil extraordinaire de communication, et cette admiration, qui ne pénètre absolument pas dans la complexité interne de l'objet, ne se transfère absolument pas aux équipes d'ingénieurs à l'origine de l'exploit (10).

Alors que nous établissons naturellement un lien entre le médecin et la protection que nous souhaitons acquérir vis-à-vis des maladies, l'ingénieur n'est jamais réellement associé au bénéfice que nous tirons du fait d'avoir des moyens de transports commodes, de disposer d'une habitation confortable, de consommer une alimentation saine... Nous ne commençons à penser à lui que si un objet technique nous déçoit, en raison de sa complexité d'emploi, ou, par exemple, parce qu'il est tombé en panne...



QUE DIRE DE L'AVENIR DU TRAVAIL DE L'INGÉNIEUR ?

Des traits identitaires forts qui définissent un espace de légitimité

Dans les paragraphes précédents, nous avons mis en exergue les deux caractéristiques principales fondant, selon nous, la spécificité du travail d'ingénieur : la détention d'une expertise sur un champ technique et l'aptitude à conduire, du cahier des charges à sa réalisation, une mission de construction d'un objet technique au sens large du terme.

Si ces deux traits ne saisissent pas la réalité de l'activité de l'ingénieur dans toute sa variété, ils définissent un espace de légitimité que l'on ressent comme stable, sur lequel l'ingénieur est indiscutablement en position très forte, quasi incontournable.

Par rapport à cet espace, deux attitudes sont imaginables :

- soit, en faire un territoire professionnel parfaitement contrôlé, voire propriétaire, à l'image d'une situation de type « experts-comptables » ou même « médecins »,
- soit, au contraire, jouer autant qu'il est possible l'ouverture, en cherchant à valoriser cet acquis pour une mobilité vers d'autres fonctions.

Par réalisme, la communauté des ingénieurs a choisi la seconde option, qui lui offre une meilleure dynamique de carrière et la perspective de nouveaux défis. Ce choix nous amène à nous interroger, moins sur le travail d'ingénieur par lui-même, que sur le rapport entre une trajectoire professionnelle et ses composantes en termes d'expertise (et de capacité à comprendre l'expertise), ou d'implication dans la conception et dans la réalisation de nouveaux dispositifs.

Expertise et exercice de la profession d'ingénieur

— *Comment fonder l'expertise et sa légitimité ?*

Le jeune ingénieur qui commence à travailler est confronté à l'obligation de construire sa qualification effective et d'acquérir une véritable expertise. Il entre ainsi, sans en avoir toujours conscience, dans la dernière étape d'un parcours qualifiant, dans laquelle l'expérience en situation de travail joue un rôle déterminant. Contrairement à l'Angleterre, où la tradition est de codifier cette période, avec des objectifs explicites et l'obligation de rendre compte de sa progression, nous restons, en France, dans une vision empirique (11) où, *de facto*, l'entreprise assume cette responsabilité de formation et permet à la jeune recrue d'accéder progressivement à son niveau de maîtrise.

(11) Qui, à l'usage, n'est pas si mauvaise...

Lorsque le jeune devient un ingénieur confirmé détenteur d'une expertise réelle, se pose la question de l'appréciation et de la légitimité de celle-ci en regard d'enjeux parfois critiques pour les projets de l'entreprise ou pour l'environnement.

Alors que les pays anglo-saxons utilisent par tradition, pour régler ces problèmes, des procédures de certification, nous ne sommes pas bien équipés, en France, pour assurer formellement cette légitimité de l'expertise, qui ne peut s'établir que par rapport à une communauté professionnelle régulatrice (comme pour les médecins).

La mondialisation industrielle et les enjeux particuliers attachés à des secteurs comme l'aéronautique ou le nucléaire rendent néanmoins probable un développement des procédures de certification.

— *De l'expertise à l'accès aux échelons de responsabilité*

La trajectoire type, pour un jeune ingénieur, consiste à passer successivement d'un poste d'ingénieur de base, inséré dans une équipe projet, puis aux fonctions de chef de projet, pour accéder ultérieurement à des responsabilités opérationnelles ou fonctionnelles plus étendues, avant un couronnement éventuel de sa carrière par son accession à des postes de direction.

Cette trajectoire ascendante type prend en compte de nombreuses dimensions, laissées au départ à l'arrière-plan : la capacité à coordonner des équipes et à entraîner des collaborateurs, l'aptitude à bien gérer des moyens, l'aisance dans la relation client et plus largement dans la négociation. Ces qualités ne sont pas spécifiques aux ingénieurs (en tout cas, pas au sens où nous avons défini le travail de l'ingénieur). Elles pourront même apparaître comme des exigences difficiles à satisfaire, d'où la tentation que peut avoir le jeune ingénieur de rêver de faire toute sa vie un travail technique, sans avoir à gérer du personnel (phénomène que l'on observe par exemple en Allemagne)...

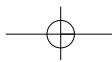
On retrouve ici l'idée que, pour assurer sa carrière, l'ingénieur doit se révéler apte à voir son profil professionnel muer progressivement pour rester en accord avec les attentes de l'entreprise.

L'expertise de l'ingénieur dans la société de la connaissance

— *Du rapport parfois ambigu entre savoir scientifique et expertise d'ingénieur*

L'expertise technique est fortement dépendante des avancées du savoir scientifique voire même technique. Pourtant, si, à l'inverse, l'expertise a un sens, c'est très clairement du fait de l'incapacité immédiate de la science confirmée à mener à son terme son entreprise d'explication du monde.

Faute de pouvoir dire si la science est capable de tout expliquer, nous observons de manière pragmatique que l'accroissement de notre savoir nous donne paradoxalement une conscience de plus en plus forte de notre



ignorance, ce qui ouvre une perspective très favorable à toutes les formes d'expertise.

Sans doute voyait-on les choses différemment dans les dernières décennies du XX^e siècle, où on avait mis une réelle insistance sur le renforcement de la composante du savoir scientifique des ingénieurs. Progressivement, la thèse selon laquelle la science était l'unique fondement légitime du travail de l'ingénieur avait pris corps, réduisant implicitement l'art de l'ingénieur aux sciences appliquées.

Plusieurs raisons essentielles conduisent à reconnaître une réelle spécificité à l'expertise de l'ingénieur. Tout d'abord, parce que celle-ci s'applique à partir de problèmes particuliers afin de les résoudre, ce qui la distingue d'un effort tendu vers l'accroissement de la connaissance. Ensuite, parce que l'expertise de l'ingénieur accepte de prendre en compte la singularité de situations (vision naturaliste) que la science se propose toujours de réduire à des lois générales, et qu'elle assume une fonction d'émergence (12) qui conduit à donner corps à quelque chose qui non seulement n'existait pas, mais n'avait aucune vocation « naturelle » à exister. A cet égard, une comparaison avec l'exercice de la médecine est éclairante : si l'art de la médecine se confondait avec la science médicale, on pourrait prédire avec de grandes chances la disparition des médecins (des chercheurs en sciences médicales et de bons programmes experts suffiraient). De la même manière, si le concept d'expertise technique se confondait avec la science, on n'aurait plus vraiment besoin d'ingénieurs au sens où nous l'entendons aujourd'hui. Le fait que ce ne soit pas le cas nous rappelle simplement la complexité irréductible d'une technique qui croît plus rapidement (pour le moment, en tout cas) que le champ de la connaissance scientifique.

Tous ces éléments donnent à l'ingénieur la stature d'un acteur dédié au traitement « avisé » d'une situation complexe, en mobilisant de manière décisive, outre son savoir, sa vision et son jugement. A ce titre le travail de l'ingénieur mériterait de conserver son appellation originelle d'art de l'ingénieur.

— *Expertise technique confrontée à la réalité virtuelle, ou la fascination nouvelle des modèles*

L'expertise de l'ingénieur portait traditionnellement sur des aspects matériels et, au fond, le premier atout dont disposait l'ingénieur était sa maîtrise de la complexité pratique de phénomènes physiques non totalement modélisables, comme le fonctionnement d'un moteur ou le réglage d'un réacteur chimique.

La puissance des machines de calcul dont nous disposons aujourd'hui déporte assez clairement le travail de l'ingénieur vers un travail de modélisation, qui développe progressivement une forme de réalité virtuelle, en elle-même assez fascinante. Cet univers de modèles, qui rapproche l'ingénieur de la science, puisque la science elle-même en vient à proposer des modèles approchés, n'est pas sans danger pour l'expertise de l'ingénieur. Souvent très à l'aise dans ce monde numérisé distancié du réel et ayant ses enjeux propres, l'ingénieur en vient

souvent à prendre des distances vis-à-vis des réalités matérielles sur lesquelles il portait son attention, par le passé.

Cette montée irréprouvable de l'immatériel a pour effet second de contrarier un processus de motivation spontanée des jeunes pour la technique. Celui qui, dans son enfance, avait avec patience vissé les écrous de son mecano pouvait se projeter dans une situation où, devenu adulte, il pourrait faire la même chose « en vrai ». Comment espérer faire un objet de rêve d'une image plate perçue sur un écran ?

Où la maîtrise de l'art de construire mène-t-elle l'ingénieur ?

— *Des objets techniques qui cessent d'être purement fonctionnels*

L'idée de construction, appliquée ici à un objet ou, plus largement, à un système requérant une expertise technique, prolonge une ambition constante chez l'homme, depuis la préhistoire, de modeler l'environnement à son profit. L'objet technique au sens large produit par l'ingénieur prend son sens parce qu'il remplit avec plus ou moins de brio telle ou telle fonction. Produit en série pour un coût optimisé, beaucoup plus accessible que l'objet réalisé en pièce unique par l'artisan, l'objet technique donne corps à la civilisation industrielle, qui a permis l'élévation de notre niveau de vie.

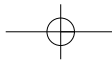
Néanmoins, donner un support à une fonction n'a de sens que si celle-ci se relie à une attente, et est à même de se prévaloir d'une utilité collective. Cette utilité ne se construit plus aujourd'hui aussi simplement que dans les sociétés où la production technique répondait à des besoins primaires (s'habiller, se loger, avoir accès à l'eau potable...).

L'objet conçu et produit par l'ingénieur prend ainsi de plus en plus en compte des valeurs d'usage étendues, qui vont de l'ergonomie au plaisir esthétique, ou même la novation en soi (effet de mode). L'objet technique fonctionnel, sur lequel la légitimité de l'ingénieur serait en quelque sorte totale, s'intègre dans une création où la contribution esthétique devient forte (téléphones mobiles), voire prépondérante. Le travail de l'ingénieur devient alors de plus en plus coopératif, mobilisant non seulement des expertises techniques variées, mais aussi des capacités externes, liées par exemple à la création.

— *De l'objet au dispositif*

L'objet construit par l'ingénieur en vient désormais à s'intégrer dans des dispositifs complexes associant des composants matériels, immatériels et sociaux, auxquels des enjeux considérables peuvent être associés (fourniture continue d'énergie électrique, eau potable, transports fiables et confortables).

(12) Il serait inexact de nier que les sciences elles-mêmes intègrent des réalités émergentes. C'est le cas de la chimie, lorsque l'on crée des composés de synthèse, ou, *a fortiori*, des sciences sociales.



Ce changement d'échelle pose de plus en plus directement la question des effets dérivés, que ce soit au niveau du risque (pour l'utilisateur ou pour l'environnement en général) ou à celui des effets secondaires sur l'environnement en général.

Il est clair que l'extension des projets dans lesquels les ingénieurs sont impliqués confère une importance croissante à la question de l'impact sur notre société et sur notre mode de vie. Il est révélateur que l'on dispose désormais d'une norme internationale (13) (et donc d'un référentiel identifiant les paramètres à prendre en compte et les « bonnes » règles) pour traiter de la responsabilité sociale de l'entreprise, une question dont on comprend immédiatement qu'elle va se projeter sur le travail quotidien de l'ingénieur.

EN CONCLUSION

Le choix réfléchi d'une démarche

On peut approcher le travail de l'ingénieur de diverses manières, que ce soit sous un angle « naturaliste », en partant de la réalité des activités d'une communauté professionnelle supposée bien identifiée, ou d'une manière plus « culturaliste », en s'attachant à isoler des traits spécifiques identitaires principalement liés à des valeurs et à des méthodologies particulières.

La première option conduit à s'intéresser à des études de cas ou à des travaux d'enquête plus ou moins fouillés, qui sont toujours relatifs à moment donné et à un contexte national particulier et soumis, de ce fait, à de réelles contingences en matière de définitions adoptées et de périmètres considérés. Leur intérêt reste néanmoins réel (14), comme on le voit au travers de deux tableaux synthétiques tirés d'un travail original réalisé par une université australienne, qui montrent en particulier, sans que la conclusion ait une valeur scientifique assurée, que l'ingénieur consacre en moyenne moins de temps à la technique proprement dite qu'à des tâches de coordination et de management de projet.

Nous avons retenu la seconde approche, parce qu'elle nous semblait la plus adaptée pour dépasser la variété des situations professionnelles observées, et surtout pour dégager les éléments de légitimité découlant d'une démarche alliant savoir, expérience, jugement et méthode, sur lesquels le travail de l'ingénieur, et au-delà l'ingénieur lui-même, fondent leur identité. Le fait d'isoler ainsi un cœur de métier intégrant l'usage d'une expertise technique construite sur un temps professionnel long et une implication directe dans un processus amenant à l'élaboration de nouveaux objets techniques, ou à l'amélioration des systèmes de production, nous a permis de nous détacher de la grande variété, souvent déroutante, des emplois rattachés à la profession d'ingénieur.

Le travail de l'ingénieur ne peut être que coopératif

La vision presque mythique de l'ingénieur construisant heure après heure un avion dans son jardin, ou une voiture de courses dans son garage, ne résiste pas, aussi sympathique soit-elle, à l'observation des réalités. Intégré dans une organisation soumise à l'impératif de « produire » de la valeur, l'ingénieur participe en règle générale à la concrétisation d'un projet collectif dont la réalisation implique la mobilisation en bon ordre de ressources et d'expertises complémentaires de toute nature.

L'obligation de coopération qui en résulte implique (15) de prendre en compte la segmentation du champ d'intervention entre expertises de natures différentes, techniques ou non techniques, ainsi que le réel risque d'hyperspécialisation qui en résulte. L'approfondissement de toute expertise implique en effet d'en réduire le champ, alors que, de plus en plus, la complexité des nouvelles réalisations techniques implique, à l'inverse, de mobiliser un large ensemble d'expertises.

Le seul choix réaliste est d'imposer à l'ingénieur de développer, en plus de son expertise propre, une perméabilité aux expertises voisines (ce principe va d'ailleurs assez vite s'étendre aux expertises non techniques).

Il reste tout de même à assurer la coordination des expertises, qui peut être confiée soit à un ingénieur ayant fait l'expérience de l'expertise, soit à une personne qualifiable de généraliste, considérée, pour diverses raisons, comme légitime à opérer tous les arbitrages nécessaires.

Cela amène à s'interroger sur le sens et sur la place à donner à une forme de « méta-expertise » rattachée à la capacité de dominer ce type de débat.

La trajectoire professionnelle de l'ingénieur l'amène à une échéance plus ou moins rapide à s'éloigner de son cœur de métier

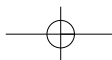
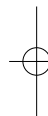
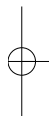
L'activité de l'ingénieur est potentiellement gratifiante, car elle confronte régulièrement celui qui l'exerce à l'effet concret de son action, ce qui est l'un des critères de motivation les plus fréquemment cités par les spécialistes du comportement.

Mais elle peut néanmoins induire des frustrations, d'abord vis-à-vis des contraintes fixées par le donneur d'ordres, dont la compétence sur le sujet est souvent partielle, ensuite vis-à-vis des échelons stratégiques ou managériaux, où sont décidées les options politiques de l'entreprise.

(13) La norme ISO 26000.

(14) Mentionnons aussi des enquêtes comme celle du Conseil national des ingénieurs et scientifiques de France (CNSIF) (donnant, il est vrai, une image plus centrée du statut professionnel de l'ingénieur).

(15) Au-delà des contraintes imposées par un donneur d'ordres.



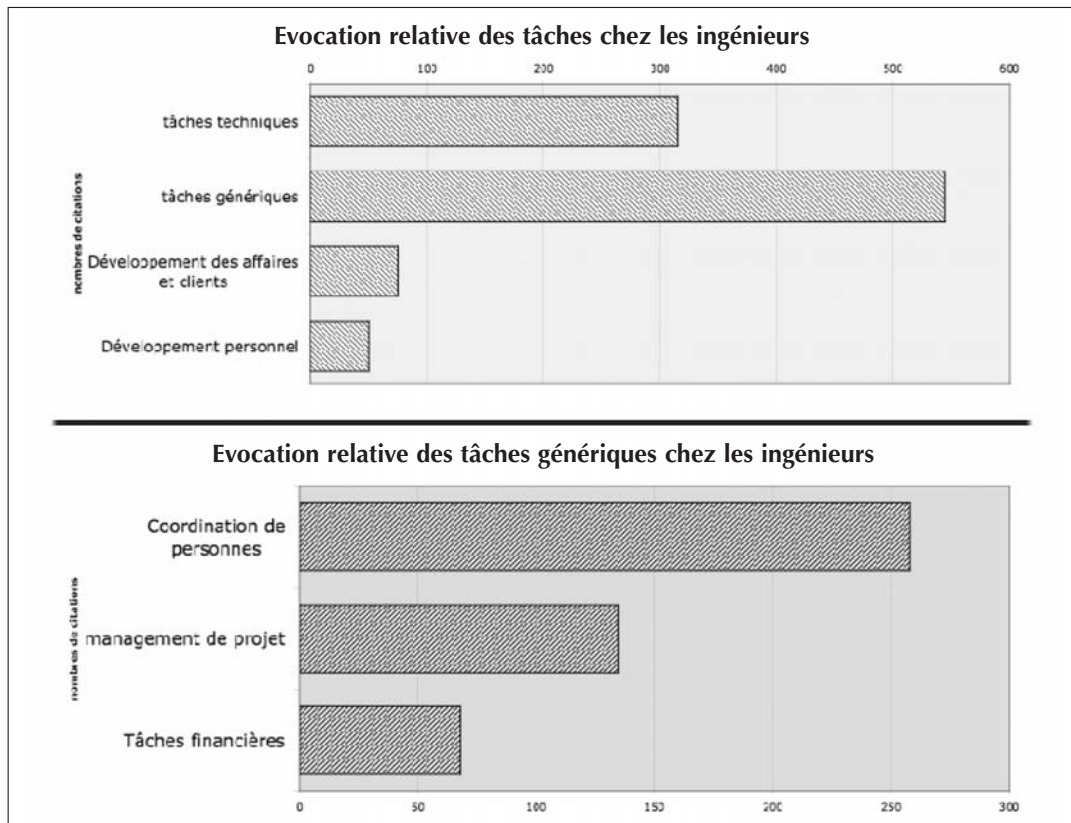


Tableau 1 : Données d'une étude australienne (James Trevelyan, « *Definition of Engineering Roles* » 2006, Perth, School of Mechanical Engineering, The University of Western Australia).

Le désir très compréhensible de l'ingénieur de « faire » carrière, l'amène ainsi à chercher à gravir naturellement une échelle de responsabilités et, de fait, à s'éloigner plus ou moins rapidement de son cœur de métier, soit pour tenir des fonctions de coordination, soit pour dériver vers des fonctions latérales le mettant en rapport avec le client.

Un point délicat : la projection vers l'avenir

La maîtrise d'une expertise est indiscutablement l'élément premier de crédibilité de l'ingénieur. Mais l'expertise, malgré la supériorité objective qu'elle apporte dans l'immédiat pour interpréter ce qui s'est passé, n'est pas forcément appropriée pour se projeter vers l'avenir. Cette difficulté concerne particulièrement la mise en œuvre de ruptures. L'expertise peut rendre l'innovation possible par des percées technologiques, mais elle ne la déclenche pas.

On touche là un point très sensible de l'expertise de l'ingénieur, que son professionnalisme peut conduire à privilégier une vision de continuité. La question prend naturellement une dimension particulière dès lors que

l'on cherche à provoquer une rupture, comme c'est le cas pour favoriser le développement d'innovations au niveau des produits ou des services, ainsi que pour le choix de stratégies originales.

Un apport espéré à une meilleure gestion du risque et de la complexité

Si, tout au long de son histoire, l'ingénieur a été un constructeur (chemins de fer), un concepteur (réacteurs chimiques) ou un inventeur (synthèses chimiques, électricité, ondes hertziennes) et s'il nourrit toujours ces ambitions, la contribution qu'il apporte désormais à de grands dispositifs qui répondent à des attentes multiformes de la société le confronte à de nouvelles exigences.

Au-delà de qualités professionnelles assurant la prise en compte des difficultés techniques « ordinaires », on peut rapporter celles-ci à deux grandes attentes :

- la prise en compte de l'incertitude et du risque, quelle qu'en soit la nature,
- la prise en compte de la complexité, au sens de réalistes non ou mal modélisables (voir le tableau 1).