

L'ingénieur, acteur de l'évolution du travail

Sur des marchés de plus en plus concurrentiels, les entreprises peuvent gagner un avantage compétitif décisif en développant leur effort de recherche, en prenant des risques sur des technologies émergentes et en investissant sur elles au moment opportun. Pour cela, elles ont besoin d'ingénieurs. La qualité des ingénieurs français en matière scientifique et technique est reconnue, mais ceux-ci doivent désormais s'ouvrir davantage à la prise de risque et à l'innovation.

par Pascal FOURNIER*

Dans un monde dépendant de plus en plus de la technologie, les ingénieurs jouent un rôle essentiel. La société compte sur eux pour répondre aux exigences sans cesse croissantes de la population de la planète, tout en évitant le moindre risque lié à un usage inconsidéré des produits ou des systèmes. La nécessité permanente d'innover se heurte au respect du principe de précaution. Le plaisir d'inventer est freiné par les contraintes en matière de coûts, de sécurité, de pollution, de réglementation, de réchauffement climatique, le tout, dans une ambiance générale de lutte économique féroce. Dans ces conditions, l'ingénieur bénéficie-t-il encore d'une situation professionnelle enviable et d'un statut privilégié ?

L'Association pour l'emploi des cadres (Apec) a présenté le 25 novembre 2010 les résultats d'une enquête sur l'évolution de l'emploi des cadres entre 1990 et 2010. Certes, les cadres ne sont pas tous ingénieurs, mais les enseignements de cette étude confirment bien les tendances ressenties par ces derniers.

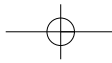
Les effectifs des cadres sont passés de 2,1 à 3,5 millions sur la période considérée. Parallèlement, le nombre d'ingénieurs formés chaque année en France doublait. En vingt ans, la sociologie de l'encadrement a beaucoup évolué. La féminisation de la catégorie « cadres » s'est fortement accrue, l'effectif féminin passant de 23 à 34 % du total.

La proportion de cadres ayant occupé un emploi en contrat à durée déterminée (CDD) a nettement progressé, passant de 7 % en 1993 à 44 % en 2010. Il en est de même pour l'intérim : 32 % des cadres ont occupé un emploi en intérim en 2010, contre 9 % en 1993. Cette précarité est largement confirmée par l'enquête annuelle sur l'insertion des jeunes ingénieurs réalisée par la Conférence des Grandes Ecoles.

Il est un autre point tout aussi frappant : la proportion des cadres n'encadrant pas d'équipe progresse de 15 points pour atteindre 43 %. En 2010, 51 % des cadres jugent que la situation a évolué de façon défavorable ces dernières années, soit 39 points de plus qu'en 1990. Enfin, une majorité considère que la première qualité, pour un cadre, est « la capacité à analyser, trouver des solutions, résoudre des problèmes », « le souci d'innovation » étant considérée comme la compétence la moins nécessaire.

Les cadres, et plus spécifiquement les ingénieurs, ont-ils encore un pouvoir d'influence sur l'avenir de l'entreprise ? La question peut surprendre, voire inquiéter : jamais la technologie n'a joué un rôle aussi important et ne s'est développée aussi vite.

* Directeur de l'Ecole Polytechnique Universitaire de Lyon1.



PASCAL FOURNIER

Photo 1. La voiture électrique produite par le constructeur automobile indien, TATA.

Ainsi, le téléphone portable, qui n'existait pas, il y a vingt ans, compte aujourd'hui 1,5 milliard d'abonnés. Il s'est vendu 325 millions de mobiles au second trimestre 2010, dont 60 millions de smartphones. Ce sont là des chiffres incroyables, si l'on considère que ces téléphones intelligents sont apparus il y a dix ans de cela, mais qu'ils n'ont réellement décollé qu'en 2007 avec l'iPhone d'Apple. Les ventes mondiales prévues de téléviseurs à écran LCD sont d'environ 170 millions d'unités pour 2010, un résultat obtenu, là encore, en moins de dix ans. Les premiers appareils photo numériques sont apparus sur le marché un peu avant l'an 2000 et offraient alors une définition d'image de 1 mégapixel. En 2008, les 14 millions de pixels sont atteints pour les produits grand public, et il se vend actuellement 130 millions d'appareils chaque année dans le monde. Il faudrait ajouter à cette liste très incomplète le secteur de la santé, dans lequel l'instrumentation a permis des progrès fulgurants, notamment en matière de qualité des diagnostics et dans le domaine de la chirurgie.

Ces nouvelles technologies n'ont pas supprimé les « vieux produits ». Ainsi, 130 millions de bicyclettes trouvent preneur chaque année, et il en va de même pour 70 millions de voitures. Et, là aussi, les procédés évoluent sans cesse (utilisation de nouveaux matériaux, émergence des motorisations hybrides, guidage par GPS, etc.) (voir les photos 1 et 2).

A côté de ces technologies « *hard* », qu'il est impossible d'énumérer de manière exhaustive, les ingénieurs trouvent des débouchés de plus en plus nombreux, bien sûr dans les services et dans l'informatique, mais aussi dans tous les domaines de la « gestion », qu'il s'agisse des transports, de la finance, de l'assurance, des achats, de la logistique ou de l'organisation de la santé.

Le panorama des évolutions techniques récentes est impressionnant. Celui des décennies futures sera encore plus extraordinaire ! La population mondiale croît rapidement et chacun aspire à l'amélioration de son niveau de vie. Malheureusement, les richesses sont limitées et réparties inégalement sur notre planète. Les ressources en pétrole, en charbon, en bois, en minerais, en terres agricoles, en eau, l'environnement géographique et climatique sont différents, d'un pays à l'autre. De plus, le réchauffement climatique nous impose de limiter très rapidement nos émissions de gaz à effet de serre. L'avenir des ingénieurs est donc assuré. Comment expliquer, dans ces conditions, une certaine morosité et un manque d'enthousiasme, chez les ingénieurs français ? Plusieurs facteurs jouent un rôle :

- La croissance économique est faible en Europe de l'Ouest, et la France ne fait pas exception. Les entreprises ont connu des années de plans sociaux et de restructurations. Le chômage est important ; il touche toutes les catégories socioprofessionnelles, avec un taux très élevé chez les jeunes. Le diplôme d'ingénieur est, avec le diplôme universitaire de technologie (DUT), un

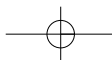




Photo 2 : Les trains à grande vitesse se banalisent. En Chine, ils roulent, à 350 km/heure, sur plus de 7 000 km de voies ferrées.

de ceux qui protège le mieux. Mais personne n'est à l'abri de difficultés professionnelles. Les fins de carrières sont souvent difficiles. Les « vieux » ingénieurs ont le sentiment que leur présence n'est plus souhaitée. La retraite leur apparaît comme un soulagement. Certes, le départ des uns permet la promotion des autres, mais l'ambiance générale en souffre.

- La compétition économique est inégale. Dans les pays européens, les usines sont souvent anciennes et les coûts salariaux élevés. Dans les pays en croissance forte, les entreprises ont investi dans la technologie la plus récente, avec les meilleures conditions d'exploitation. Il est difficile de lutter contre des installations neuves et dotées des derniers progrès, bénéficiant de surcroît d'une main-d'œuvre à bon marché. La réduction des coûts de production est une obsession industrielle, spécialement dans les pays riches. Mais s'il est facile de faire de la productivité sur un marché en croissance (car produire plus avec autant de personnel est souvent faisable), c'est une mission plus délicate sur un marché étale, et c'est pratiquement impossible, lorsque la production baisse.

- Les contraintes qui pèsent sur le management sont plus élevées dans les pays développés, qu'il s'agisse du droit du travail, des règles d'hygiène et de sécurité ou des exigences de l'environnement. Construire une

usine en France est une opération difficile, qui demande une phase préliminaire souvent plus longue que la construction elle-même.

- La stratégie des groupes industriels français a privilégié le développement international. Cette politique repose sur des implantations locales disposant d'une grande autonomie. Il existe souvent une compétition entre les sites de production sans que les usines françaises bénéficient d'un quelconque traitement privilégié. Pour un ingénieur français, cette situation présente l'avantage de pouvoir facilement partir en poste à l'étranger, mais la contrepartie est que les postes sur le territoire national n'ont plus de statut particulier. En Allemagne, les entreprises conservent en général une forte production nationale, dont une part importante est exportée. Cela a permis à l'Allemagne d'être le premier pays exportateur du monde jusqu'en 2009, date à laquelle elle a été rejointe par la Chine. Les 1 000 milliards d'euros de produits exportés par nos voisins d'Outre-Rhin reposent sur la valeur du *made in Germany*, sur une discipline salariale rigoureuse et sur la qualité de la formation des ingénieurs et techniciens.

- En France, la formation des ingénieurs garde une image élitiste. Elle repose beaucoup sur l'enseignement des matières académiques, des mathématiques, en particulier. Heureusement, les écoles ont développé les

stages et le travail sur projet. Les jeunes diplômés français sont très appréciés à l'étranger, du fait de leur aptitude à appréhender des problèmes complexes, sans oublier leur capacité d'adaptation, qui leur donne une grande aisance dans l'expatriation. En échange, sans doute par respect de la chose apprise, ils sont plus hésitants face au risque et à l'innovation.

Après ce constat plutôt décourageant, plusieurs éléments permettent d'envisager l'avenir avec plus d'optimisme. Il n'y a pas de fatalité : tous les pays peuvent jouer un rôle de leader mondial. Si les grandes nations, qui disposent d'un vaste marché intérieur bénéficiant d'un avantage indéniable, elles ne sont plus à l'abri de la concurrence. A cet égard, l'exemple des Etats-Unis est éloquent. Pour avoir négligé l'industrie traditionnelle au profit de la nouvelle économie et la finance, ce pays a connu une crise sans précédent de son secteur automobile, avec la faillite de General Motors. *A contrario*, leur domination dans les logiciels et l'Internet est impressionnante.

Des pays plus petits ont conquis des positions technologiques mondiales. Le Japon a montré la voie, avec l'automobile et la photo ; la Corée du Sud a brillamment investi dans la fabrication d'écrans plats ; la Finlande est dans le peloton de tête pour le téléphone portable ; la Suisse détient un quasi-monopole dans l'horlogerie de luxe ; etc.

Ces positions ont été acquises grâce à un important effort de recherche, ainsi qu'à une prise de risques sur une technologie émergente et à des investissements massifs, décidés au bon moment. Ces situations, qui restent fragiles, supposent de se maintenir en permanence au meilleur niveau technologique. Lorsque les postes de télévision sont passés des tubes cathodiques aux écrans à cristaux liquides, les sociétés qui fabriquaient les anciens modèles ne disposaient plus d'aucun avantage sur la nouvelle technologie. Si une firme veut se maintenir au premier rang, il lui faut anticiper les révolutions techniques dans son domaine et être capable de s'y adapter. L'arrivée de la photo numérique a provoqué la disparition de Polaroid, elle a contraint Kodak à des bouleversements colossaux ; elle a permis à de nouveaux entrants de se positionner sur le marché, mais, finalement, les producteurs japonais ont réussi à conserver leur *leadership* grâce à une politique permanente d'innovations.

De nouvelles exigences sociales peuvent contribuer au développement de nouvelles technologies. Mais il ne suffit pas d'invoquer le développement durable pour trouver de nouveaux marchés : l'économie verte ou l'agriculture biologique ne constituent pas des remèdes miracles. Même si le respect de la nature et de la biodiversité représente un enjeu essentiel pour l'avenir de notre planète, l'économie mondiale est tirée par la demande des pays émergents, qui ont encore beaucoup de besoins primaires à satisfaire. L'alimentation, l'énergie, les transports, la santé ou l'habitat sont des exigences de base, absolument prioritaires pour plusieurs milliards de personnes. Même si chaque Français ins-

tallait des capteurs photovoltaïques sur son toit, le premier effet serait de faire tourner à plein régime les usines chinoises de production desdits panneaux. Et cela n'aurait sans doute pas beaucoup d'impact positif sur le taux de CO₂ dans l'atmosphère, car les centrales thermiques françaises, qui complètent la production d'origine nucléaire et hydraulique, sont utilisées en période de pointe, en particulier l'hiver et durant la nuit...

L'environnement peut créer des emplois, dans les stations d'épuration, dans les déchetteries, les centres de tri ou les stations de surveillance de la qualité de l'air. Il s'agit souvent d'emplois assez peu qualifiés et il n'est pas sûr que cela suffise à redonner le moral et l'envie d'innover aux ingénieurs français.

Dans un système ouvert, il faut s'adapter aux règles de la compétition. Les ingénieurs doivent connaître le monde. Il est rassurant de constater qu'entre 15 et 20 % des diplômés français trouvent un premier emploi hors de notre pays, souvent dans des filiales de groupes français. Les bonnes idées se trouvent souvent au contact des autres. Ainsi, André Citroën a trouvé le principe de l'engrenage à double chevron au cours d'un voyage en Pologne et l'a appliqué à l'automobile. Et c'est une visite chez Ford, aux USA, qui lui a inspiré l'organisation de ses usines.

L'autre point clé réside dans la formation. Les grandes écoles françaises n'ont que trop récemment compris la nécessité pour elles d'évoluer. Les formations d'ingénieurs sont encore à la fois trop dispersées et trop semblables. Il faut créer des campus de quelques milliers d'étudiants, alors qu'aujourd'hui, les écoles n'en hébergent souvent que quelques centaines. Le recrutement des étudiants-ingénieurs doit être diversifié. Le modèle des classes préparatoires n'est pas mauvais en soi, mais d'autres filières doivent être développées : le passage par un Institut universitaire de technologie (IUT), l'obtention d'un brevet de technicien supérieur (BTS) ou d'une licence, l'apprentissage, les parcours intégrés et, naturellement, l'accueil d'étudiants étrangers.

L'université évolue. Ses formations prennent en compte l'insertion professionnelle. Les licences professionnelles permettent aux diplômés d'IUT ou en BTS d'acquérir une spécialisation recherchée. Les masters répondent de mieux en mieux aux demandes du monde économique. Les conventions industrielles de formation par la recherche (Cifre) ont montré que l'industrie était en mesure de participer à la formation des docteurs en intégrant une expérience professionnelle à la formation doctorale. Le milieu universitaire doit s'ouvrir ; il est vital d'intégrer des professionnels dans son corps enseignant. Beaucoup d'ingénieurs en fin de carrière seraient heureux de transmettre leur savoir à leurs successeurs.

Avec des jeunes ingénieurs bien formés et ouverts à l'international, les entreprises françaises seront naturellement conduites à leur redonner une place importante dans leurs programmes d'innovation. Les incitations du Gouvernement sont nombreuses et particulièrement

favorables ; ce sont le crédit d'impôt recherche, les pôles de compétitivité, les initiatives d'excellence, les instituts Carnot, les programmes cadres européens, les projets de l'Agence Nationale pour la Recherche (ANR), ceux de l'Ademe, et bien d'autres encore.

Les ingénieurs sortent d'une période difficile. Les entreprises ont parfois oublié les atouts que procure un avan-

tage technique compétitif. Celles qui ont entretenu leur avance grâce à leurs efforts en matière de recherche et d'innovation en ont retiré des profits importants. Il ne fait pas de doute que le travail des ingénieurs va redevenir une des grandes ressources des entreprises. Il ne nous reste plus qu'à convaincre les jeunes de s'orienter dans cette voie.