

Des ingénieurs à la fois techniciens, gestionnaires et visionnaires

La pénurie d'ingénieurs est un enjeu identifié. Les stratégies élaborées pour y remédier renvoient à la définition même d'un métier en pleine évolution. L'ingénieur du vingt et unième siècle ne pourra se contenter d'être un modélisateur et un optimisateur.

Stéphane Marchand est rédacteur en chef de ParisTech Review et auteur de *La Ruée vers l'intelligence* (Fayard, 2012). Cet article est extrait de « Qui seront les ingénieurs de demain ? », ParisTech Review, 28 octobre 2013.

Pendant deux décennies, les meilleurs étudiants en science ont souvent été absorbés par la finance. Or personne n'a encore remplacé (même si certains la contestent) la fameuse équation économique : sans ingénieurs, pas d'innovation, pas de gains de productivité et pas de réserve de croissance économique. La crise prend des visages variés selon les pays : ici c'est la quantité qui fait défaut, là c'est la qualité.

Presque tous les pays occidentaux ressentent un manque cruel d'ingénieurs et redoutent la disparition de « l'esprit bâtisseur ». L'Allemagne, le Danemark ou le Royaume-Uni font partie des pays qui alertent régulièrement leur opinion sur les risques de la pente actuelle. Les pays en développement sont également inquiets. En Afrique sub-saharienne, alertait l'Unesco en 2010, il faudrait 2,5 millions de nouveaux ingénieurs et techniciens pour atteindre en 2015 les « objectifs du millénaire » concernant l'accès à l'eau et la qualité de l'hygiène publique. Certes, la Chine, l'Inde et la Corée du Sud affichent des statistiques triomphales sur la progression de leur population de diplômés, tout comme certains pays d'Europe centrale, comme la Pologne.

Des émergents de second rang, comme le Mexique ou la Turquie, commencent aussi à combler leur retard. Mais si l'on considère l'ensemble de la planète, le déficit d'ingénieurs semble bien réel.

L'esprit bâtisseur en danger ?

D'où vient ce déficit ? Il s'inscrit tout d'abord dans un manque d'attractivité de l'ensemble des professions scientifiques, et avec elles d'études perçues comme difficiles, arides et peu prometteuses en termes de rémunération. Cette crise des vocations prend des proportions préoccupantes dans les pays développés. L'enquête européenne ROSE (Relevance Of Science Education¹) analyse régulièrement l'intérêt et les motivations des jeunes de 15 ans pour les métiers scientifiques et techniques. Or, depuis plusieurs années, on constate dans les pays développés une désaffection progressive des jeunes générations pour ces métiers.

La profession d'ingénieur est particulièrement touchée. Chercheurs et politiques avancent différents arguments pour comprendre ce mouvement, en commençant par remettre en perspective l'exception historique qu'a constituée leur extraordinaire valorisation au vingtième siècle, liée aux phases d'industrialisation qui ont précédé (Etats-Unis) et suivi (Europe) la deuxième guerre mondiale. L'apothéose de l'ingénieur fut celle de l'esprit bâtisseur, où l'enjeu était de construire un pays : bâtir des ponts, des autoroutes, des industries, lancer des modèles d'automobile, faire partir des fusées, structurer et intégrer des économies. Aujourd'hui la phase la plus dynamique de cette construction est achevée dans les pays développés, et l'industrie est en perte de vitesse face au développement des services, qui consomment une part croissante des diplômés scientifiques. La figure du bâtisseur au service du développement national s'estompe au profit d'autres figures, plus hédonistes, plus mobiles et cosmopolites, plus individualistes aussi, auxquelles les médias font davantage de place. Les métiers d'ingénieurs souffrent ainsi de la concurrence d'autres filières, comme la finance, qui absorbent d'ailleurs une partie des effectifs en sortie d'école.

1 www.uv.uio.no/ils/english/research/projects/rose.

Une partie de cette crise des vocations se joue dans un déficit d'image, qui tient peut-être au caractère hybride de leur activité. La figure de l'ingénieur n'a pas la netteté de celle du « vrai » savant, pionnier de la découverte scientifique, ni l'éclat de ces nouveaux héros de l'aventure économique que sont les créateurs de start-up ou les entrepreneurs à succès. À la manière des médecins, qui ont eux aussi connu une érosion de leur position sociale, ces généralistes de la pensée scientifique ont été dépassés par des idéaux aux reliefs plus marqués. L'image de l'aventure économique se concentre aujourd'hui dans la figure de l'entrepreneur, l'image de l'aventure scientifique dans celle du chercheur. La figure de l'ingénieur, qui participe des deux univers sans pour autant prétendre les incarner, n'est plus au centre des attentions.

Enfin, comme le note Chris Anderson, il y a loin, très loin désormais entre les réalisations de la technique et l'expérience que peut en faire un enfant. Le gamin qui construisait un mécano pouvait se rêver en ingénieur automobile. C'est plus difficile pour un enfant d'aujourd'hui d'établir un lien entre ce qu'il sait faire et les prouesses technologiques qu'il admire dans les films.

Les États-Unis sont particulièrement frappés par la désaffection et ils en redoutent les conséquences sur leur compétitivité dans trois grands domaines : le biomédical, l'énergie et les nouvelles technologies. Les efforts qu'ils déploient ont donc valeur pédagogique pour tous les pays avancés. Quelle est leur situation ? À première vue, l'offre de diplômés en sciences/technologies/ingénierie/mathématiques (STEM), à 10,1 millions, est presque alignée sur la demande de l'économie américaine (10,4 millions) mais ces chiffres sont trompeurs en raison d'une forte propension (43%) de ces diplômés à se diriger vers d'autres professions. La réalité, c'est qu'à système inchangé, il manquera en 2020 environ 400 000 diplômés « STEM ». Aux États-Unis, l'affaire est considérée comme assez importante pour que se mobilisent, côte à côte, l'Administration et les grands cabinets de stratégie.

Presque tous les pays occidentaux ressentent un manque cruel d'ingénieurs et redoutent la disparition de l'esprit bâtisseur .

Il est également essentiel de convaincre les femmes

d'épouser cette carrière. Plusieurs études récentes montrent que le métier d'ingénieur est souvent perçu par les femmes comme faisant surtout appel à des « motivations de contrôle » (pouvoir, reconnaissance, maîtrise, succès) alors que les femmes mettent en général davantage en avant des mobiles plus communautaires. En France, « pays d'ingénieurs », la proportion de femmes dans cette profession a cessé d'augmenter depuis une dizaine d'années²).

Les émergents, un autre visage de la crise

En Inde, les prouesses nationales dans plusieurs secteurs phares comme l'informatique ou le biomédical masquent une faiblesse certaine du système éducatif, à la fois primaire, secondaire et universitaire. Selon une étude diffusée par la *Pratt School of Engineering*³ de l'université américaine Duke, 50% des ingénieurs diplômés chaque année en Inde ne sont pas employables par des firmes internationales et les très remarquables Indian Institutes of Technology (IIT) ne produisent que 5 000 ingénieurs par an. Les Chinois, pour leur part, octroient facilement le titre d'ingénieur, même à des mécaniciens. En mandarin, le *gōng chéng shī*, seule traduction disponible pour notre dénomination d'ingénieur, évoque tout simplement un technicien, voire un « technicien de surface » affecté au nettoyage ! On devient *gōng chéng shī* sans diplôme ni formation particulière. Les risques de malentendus sont donc bien réels... Le milieu académique chinois, d'ailleurs, pour marquer la différence, parle d'« ingénieurs d'excellence ». Pour les former, le pays met les bouchées doubles. La Chine est devenue une grande consommatrice d'écoles d'ingénieurs étrangères, notamment françaises.

L'Occident et l'Asie nourrissent des préoccupations à la fois symétriques et complémentaires. Les responsables américains, allemands ou français constatent que la Chine forme plus d'ingénieurs et de scientifiques qu'eux. Pour leur part, les Asiatiques réalisent que leurs étudiants ne possèdent encore ni l'indépendance d'esprit, ni la créativité permettant de stimuler sur le long terme

2 Voir « Pourquoi n'y a-t-il pas plus de femmes ingénieurs ? », www.paris-techreview.com/2010/09/29/pourquoi-plus-femmes-ingenieures.

3 <http://issues.org/23-3/wadhwa>.

l'innovation et la croissance de leurs économies. Ils redoutent que la spécialisation ne fasse de leurs diplômés des professionnels étroits d'esprit, que la pédagogie du rabâchage n'assèche leur imagination.

Élaborer, puis développer un alliage composite pour un avion ou un moteur peut prendre vingt ans. C'est un « temps long » qu'on ne sait pas vraiment raccourcir, celui de l'approfondissement scientifique et de l'expérience. Il faut maîtriser l'art délicat du management de projet, qui demande des capacités de synthèse et requiert des esprits transversaux, capables d'amener des experts de domaines différents à partager efficacement leurs connaissances. Les qualités individuelles ne suffisent pas. La « profondeur » scientifique ne s'invente ni ne s'achète. À ce niveau de complexité industrielle, les ingénieurs ne peuvent pas être seulement des techniciens supérieurs ou des exécutants. Ils doivent être de véritables architectes, des « hommes-frontières » capables de faire la jonction entre technologies et cultures différentes. Leur culture scientifique et technologique doit s'accompagner d'une aptitude au management et à la négociation. Il s'agit, on le voit, de super-ingénieurs.

À cet égard il faut noter la différence entre deux grands modèles, qui distinguent notamment les ingénieurs allemands et les ingénieurs français. Les premiers, issus des universités, cultivent d'avantage une fibre technologique, avec un horizon essentiellement technique et scientifique ; tandis que les seconds, quand ils sortent des Grandes Ecoles les plus réputées, connaissent des évolutions professionnelles qui les emmènent rapidement vers des fonctions d'encadrement où les compétences managériales et organisationnelles l'emportent sur la partie la plus technique de leur métier d'origine. Les deux modèles ont leurs avantages, et se complètent. Les grands pays émergents, souvent capables de former de bons spécialistes, semblent aujourd'hui manquer de généralistes « à la française », capables de manager les spécialistes mais aussi de

L'image de l'aventure économique se concentre aujourd'hui dans la figure de l'entrepreneur, l'image de l'aventure scientifique dans celle du chercheur.

maîtriser des domaines étrangers à leur spécialité scientifique d'origine.

L'ingénieur du vingt et unième siècle

Au-delà des querelles sur le nombre de diplômés que forment universités, instituts et écoles des différents pays industrialisés ou émergents, le vrai débat porte sur la nature même de la fonction d'ingénieur. Dans l'économie moderne du savoir, ce n'est pas la maîtrise d'une connaissance spécifique qui compte le plus, c'est la capacité à assimiler de nouvelles informations et à résoudre des problèmes. Un rapport publié par Yale en... 1828 faisait la distinction entre les « meubles » et la « discipline » de l'esprit. Maîtriser un domaine spécifique de la connaissance – l'acquisition de l'« ameublement » – est d'une valeur relative dans un monde en rapide évolution. Les ingénieurs qui aspirent à être des leaders dans leur secteur ont surtout besoin de la « discipline de l'esprit ».

L'ingénieur du vingtième siècle devait maîtriser parfaitement l'informatique et les mathématiques : sa mission était d'apporter de la rationalité dans les organisations. L'ingénieur du vingt et unième siècle ne peut se contenter d'être un modélisateur et un optimisateur. Il doit aussi se montrer capable de prendre en compte des enjeux systémiques tels que la durabilité dans son rôle de concepteur et de pilote d'innovation, en un mot de « prendre du champ » : d'où l'importance d'une formation minimale non seulement aux arts du management, mais aussi en sciences sociales et en sciences environnementales. Il doit également développer une troisième capacité : devenir producteur de concepts novateurs en intégrant une vérité très nouvelle pour lui : le raisonnement artistique, qui est plus sophistiqué et plus vaste que le raisonnement classique. Pour réussir, il devra également développer une sensibilité esthétique. Cette métamorphose du métier – l'avènement de « l'ingénieur à cerveau droit » – correspond à l'essor inexorable du design dans toutes les phases de la conception, de la fabrication et du marketing des biens et des services. L'ingénieur du vingt et unième siècle devra se transformer en architecte, maîtriser l'anthropologie et la sociologie. Dans un monde marqué par la fin de l'énergie bon marché, il devra enfin développer une éthique nouvelle car son métier, désormais, s'articule autour de la soutenabilité.