

Que sera l'Ingénieur A7 de demain ?

Chers A7iens,

Pendant deux décennies, bon nombre d'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 pénurie potentielle d'ingénieurs, au niveau mondial, est aujourd'hui un enjeu identifié par la plupart des gouvernements. Les stratégies élaborées pour y remédier renvoient à la définition même d'un métier en pleine évolution.

Presque tous les pays occidentaux ressentent un manque latent 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. La France commence à s'en émouvoir.

Les pays en développement sont également inquiets. En Afrique sub-saharienne, alertait l'Unesco⁽¹⁾ en 2010, il faudrait 2,5 millions de nouveaux ingénieurs et techniciens pour atteindre en 2020 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 apparaît 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 des études perçues comme difficiles, arides et peu prometteuses en termes de rémunération. Cette crise des vocations prend des proportions préoccupantes dans les pays développés.

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 constitué leur extraordinaire valorisation au XX^{ème} 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'automobiles, 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.

Au regard des études statistiques actuelles issues de l'AIA7, il est important de noter que, même si les grands groupes industriels – Total, EDF, Arkema, Solvay etc... - font la part belle à nos diplômés, les sociétés de service telles qu'Altran Alten, ou Sopra montent en puissance rapidement et apprécient fortement les diplômés de l'ENSIACET. L'effet ciseaux est-il en cours de développement?

Globalement, une partie de cette crise des vocations pour l'ingénierie se joue dans un déficit d'image, qui tient peut-être au caractère hybride de leurs activités. 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 startups 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 à ces deux univers sans pour autant prétendre les incarner, n'est plus au centre des attentions.

Il est également essentiel de convaincre les femmes d'envisager 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 qu'elles mettent en général davantage en avant des mobiles plus communautaires⁽²⁾. Mais qu'on se rassure, à l'ENSIACET la parité homme-femme est respectée en termes de formation initiale.

Crise réelle ou crise larvée ?

La pénurie occidentale d'ingénieurs est-elle réelle, avérée, larvée, chiffrée? Face aux statistiques accablantes de McKinsey⁽³⁾, des voix dissonantes se font entendre, qui relativisent la « crise ». Pour Vivek Wadhwa⁽⁴⁾, *senior research associate* à la Harvard Law School, parler de pénurie aux États-Unis est exagéré. Selon lui, une vraie pénurie se traduirait, mécaniquement, par des hausses de salaires. Or celles-ci ne sont perceptibles que dans quelques domaines très pointus comme l'ingénierie des logiciels ou l'ingénierie pétrolière. En outre, poursuit ce chercheur, le complexe d'infériorité américain est injustifié parce qu'en Asie, les statistiques ne sont pas fiables et les performances très contrastées.

Les émergents, un autre visage de la crise

Certes, la Corée du Sud a pris le taureau par les cornes et réalise des prouesses dans sa capacité à diriger ses meilleurs étudiants vers les études scientifiques (un étudiant sur quatre contre un sur vingt aux États-Unis !). Elle a fusionné son ministère de l'Éducation et son ministère des Sciences et Technologies. Le pays a aussi mis sur pied, en 1971, le *Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST)*⁽⁵⁾, un établissement reconnu comme le laboratoire qui invente **l'ingénieur idéal du XXI^{ème} siècle** : un spécialiste pointu, ayant fait ses armes dans des laboratoires dernier cri, mais

aussi doté d'une solide formation de généraliste qui inclut des fonctions de management. C'est la stratégie adoptée et développée par l'ENSIACET depuis quelques années, avec au-delà d'une solide formation d'expert, l'introduction de *soft skills* dans le cursus de formation.

En revanche, si la Chine diplôme officiellement chaque année plus d'un million d' « ingénieurs » et l'Inde environ 500 000, les compétences de ces derniers ne sont pas encore, en moyenne, comparables à celles de leurs homologues occidentaux, japonais ou coréens. La comparaison des effectifs a donc peu de sens. Vivek Wadhwa - qui est Indien - estime même qu'à critères équivalents, les États-Unis produisent aujourd'hui davantage de « vrais » ingénieurs que l'Inde ou la Chine.

Les Chinois, pour leur part, octroient facilement le titre d'ingénieur. En mandarin, le *gōng chéng shī*⁽⁶⁾, 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.

La Chine souffre d'un « paradoxe de l'offre » : le nombre de ses « ingénieurs » diplômés est numériquement très élevé, mais le nombre de jeunes professionnels réellement capables de travailler selon les standards internationaux est bien moindre. Le système éducatif chinois privilégiant l'enseignement théorique, la plupart des candidats à un poste d'ingénieur arrivent avec peu d'expérience pratique, en particulier pour tout ce qui concerne la conduite de projets, le travail en équipe, les compétences linguistiques et les qualités organisationnelles.

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

À cet égard, les autorités chinoises sont parfaitement conscientes des lacunes de leurs formations nationales : le contrôle de qualité, par exemple, et le niveau d'attention qu'il convient de lui accorder, constituent une faiblesse chronique. Les réelles prouesses technologiques s'accompagnent, dans la construction et la maintenance, de manquements aux règles de sécurité les plus élémentaires. Les trains à grande vitesse, qu'il s'agisse de la ligne TGV Beijing-Tianjin en 2011⁽⁷⁾ ou du Maglev qui circule entre le centre de Shanghai et l'aéroport de Pudong, en ont subi les conséquences.

La Chine veut développer de grands programmes industriels, en particulier mettre en service un avion de ligne chinois dans la seconde moitié de la décennie. Dans cette perspective, elle a besoin de grands ingénieurs à la fois techniciens, gestionnaires et visionnaires. Former des « ingénieurs d'excellence » est donc devenu une priorité nationale majeure pour la période 2010-2020.

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.

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 davantage une fibre technologique, avec un horizon essentiellement technique et scientifique ; tandis que les seconds, quand ils sortent des Grandes Ecoles les plus réputées, dont l'ENSIACET, 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 maîtriser des domaines étrangers à leur spécialité scientifique d'origine.

L'ingénieur ENSIACET du XXI^{ème} 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 : apprendre à apprendre et se former tout au long de la vie. Un document publié par *The Yale report of ... 1828*⁽⁸⁾ 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 XX^{ème} siècle devait maîtriser parfaitement les technologies afférentes à sa formation : sa mission était d'apporter de la rationalité dans les organisations. L'ingénieur du XXI^{ème} 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. C'est ce que propose l'ENSIACET en termes de formations avec un objectif à moyen terme de 20% pour les *soft skills* ⁽⁹⁾.

Il doit également développer une autre 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 XXI^{ème} 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.

In fine, l'ENSIACET forme des ingénieurs à haut potentiel, aptes à répondre aux très nombreux défis du XXI^{ème} siècle. Cet annuaire de l'AIA7, montrant la diversité des métiers exercés par nos diplômés, est là pour le prouver. Chaque adhérent à notre association pourra le vérifier et l'apprécier à loisir.

C'est là, la force de notre réseau AIA7.

Jean DUPONT
Président AIA7

Notes :

- (1) <http://www.unesco.org/new/fr/natural-sciences/science-technology/prospective-studies/unesco-science-report/unesco-science-report-2010/>
- (2) <https://cirb.brussels/fr/blog/2017/12/uu>
- (3) <https://techcrunch.com/2015/12/31/how-to-stem-the-global-shortage-of-data-scientists/?guccounter=1>
- (4) <http://wadhwa.com/>
- (5) <http://www.kaist.edu/html/en/index.html>
- (6) <https://chinese.yabla.com/chinese-english-pinyin-dictionary.php?define=gong+cheng+shi>
- (7) <http://french.peopledaily.com.cn/VieSociale/7590131.html>
- (8) <http://collegiateway.org/reading/yale-report-1828/>
- (9) https://en.wikipedia.org/wiki/Soft_skills