Extrait du Collectif PAPERA

http://www.collectif-papera.org/spip.php?article1097

École d'ingénieurs : Le moule ne fonctionne plus

- L'actu - L'Enseignement Supérieur et la Recherche en France -

Date de mise en ligne : samedi 25 juin 2011

Description :

Ils furent les piliers créatifs de l'industrie française. Études prestigieuses, carrières époustouflantes, le siècle passé en a quasiment fait les héros de l'économie moderne. En avance sur leur temps. C'était hier. Le monde a changé, la globalisation s'est imposée, la donne s'est brutalement inversée. Comme les exigences de ladite économie qui aspire toujours à la modernité. Ils seraient plutôt en retard avec un appareil balkanisé : les bataillons trop nombreux d'écoles, leur hyper-sélection exclusive ~~par les maths, le manque de recherche et le peu de formation des cursus à l'innovation, enfin les déficiences~~ criantes en *soft skills* "plombent" le modèle français, comme viennent de le souligner un certain nombre de reproches.

Collectif PAPERA

Ils furent les piliers créatifs de l'industrie française. Études prestigieuses, carrières époustouflantes, le siècle passé en a quasiment fait les héros de l'économie moderne. En avance sur leur temps. C'était hier. Le monde a changé, la globalisation s'est imposée, la donne s'est brutalement inversée. Comme les exigences de ladite économie qui aspire toujours à la modernité. Ils seraient plutôt en retard avec un appareil balkanisé : les bataillons trop nombreux d'écoles, leur hyper-sélection exclusive par les maths, le manque de recherche et le peu de formation des cursus à l'innovation, enfin les déficiences criantes en *soft skills* "plombent" le modèle français, comme viennent de le souligner un certain nombre de reproches.

Que font nos ingénieurs ? La nature du métier en fait des acteurs centraux de l'innovation, formés pour innover, développer et mettre en oeuvre des idées au cours d'un processus créatif collaboratif. Alors, après la gigantesque réforme des universités, reste à entreprendre l'ambitieux chantier des grandes écoles d'ingénieurs. Ces institutions traditionnelles vont certainement devoir réformer leurs programmes, leur mode de recrutement - actuellement 88 % de garçons dans certaines promotions - et leurs cursus afin de relever ce rude défi : mettre l'innovation au coeur de leur formation.

Ariane, le nucléaire, le Minitel, Concorde, le viaduc de Millau, le TGV... Énumération à la Prévert rend un bel hommage à un génie français, celui des ingénieurs formidablement formés à la réalisation de vastes projets, champions du colbertisme high-tech cher à Elie Cohen, rompus à "l'économie de l'arsenal", lorsque l'État était l'omnipotent maître d'oeuvre de leurs défis...

Dans l'ADN de ces grandes écoles prestigieuses, le concept originel de l'État napoléonien, soucieux de former les cadres de l'armée et de l'industrie du pays, a laissé une organisation très structurante, un *process* de formation passant par le rite initiatique des prépas qui "formate" les jeunes cervelles en laissant peu de place au développement de la créativité individuelle.

La nouvelle donne de la mondialisation

Les temps ont tant changé, bien davantage à l'extérieur des salles de cours qu'à l'intérieur. Ce décalage pose une question essentielle : sont-elles aujourd'hui prêtes à préparer les plus brillants esprits aux nouveaux défis ? Oubliés, les grands programmes ambitieux au profit d'innovations décentralisées et multiformes. Alors, où sont aujourd'hui les concepteurs de Google, Apple, Facebook, Microsoft et autres géants high tech ?
La mondialisation place l'innovation à tous les étages de l'économie, dans toutes les fonctions de l'entreprise. Quel est, théoriquement, l'homme de la situation ? L'ingénieur bien évidemment mais il serait plutôt aux abonnés absents pour la création de nouvelles entreprises innovantes, le tapis doré l'ayant mené après son diplôme devant les ordinateurs d'une banque afin de mouliner de la mathématique financière.

Au passage, ce titre d'ingénieur, spécificité bien française, oblige à quelques exercices sémantiques pour lui trouver son équivalent et ne brille guère par sa lisibilité. Comme le constate le patron de Centrale Nantes, Patrick Chedmail : "Dans le monde, notre diplôme d'ingénieur n'est souvent pas lisible. Ce titre est perçu à l'étranger comme l'équivalent pour nous des techniciens supérieurs, alors que ce titre correspond plutôt au master *in engineering* ou au master *in technology*. Mais bien souvent, on rencontre des professionnels ayant un doctorat, diplôme d'excellence reconnu à bac +8. La mondialisation et le reflux de l'État ont balayé ce lustre traditionnel d'une élite choyée." Ce n'est guère

Copyright © Collectif PAPERA

l'avis de Yves Demay, directeur de l'Ensta Paritech : "Notre spécificité française n'est pas un handicap mais un atout ! Certes notre cursus est particulier avec ses deux années de classes préparatoires auxquelles s'ajoutent trois années dans une école, soit 2 + 3, alors que les standards internationaux sont plutôt calés sur un cycle 3 + 2.

De son côté, Benoît Legait, directeur de la prestigieuse École des mines, réfute vertement ces accusations : "La spécificité française se situe plutôt dans le caractère généraliste, moins spécialisé de ces formations. Loin de pénaliser nos élèves, elles permettent au contraire une grande adaptabilité des ingénieurs à divers métiers : énergie, transports, banque, chimie, BTP... Ces profils sont très appréciés des entreprises françaises et internationales. Nos ingénieurs sont considérés par les grandes firmes françaises de dimension internationale comme les meilleurs au monde pour leur capacité d'adaptation et à diriger de grands projets."

Les chiffres parlent d'eux-mêmes

Déjà en 2003, une catastrophe avait provoqué sidération puis un électrochoc dans toutes les "fabriques" à ingénieurs de l'Hexagone : ces moules à élites se retrouvaient relégués aux tréfonds de l'*Academic Ranking of World Universities*, classement mitonné par quelques universitaires de Shanghaï. Certes les critiques ont fusé sur la méthodologie, les critères retenus mais l'atteinte à l'image fut malgré tout suffisante pour provoquer une rude prise de conscience. Cette fois-ci, encore plus brutaux, les coups sont portés "en interne" : ceux d'une agence officielle - l'Aeres - s'ajoutent à un think tank réputé, l'Institut Montaigne, pour vertement critiquer les grandes écoles d'ingénieurs. Le rapport de l'Agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur considère que le modèle français, "pas toujours compris à l'étranger", repose sur "une formation par le stress", accorde trop d'importance aux mathématiques et à la physique au détriment du "coeur de la formation en ingénierie" et de la spécialité, "quelquefois réduite au statut d'option, adaptée à la formation de certaines catégories d'ingénieurs de haut niveau", il ne couvre pas tous les besoins.

Effectivement, la globalisation bouscule les modèles de formation des élites et la course effrénée à l'innovation impose que la recherche fondamentale soit réellement au coeur de l'enseignement supérieur. Ce que pointent trois jeunes anciens de Polytechnique, Romain Bordier, Aloïs Kirchner et Jonathan Nussbaumer, dans leur rapport : "Adapter la formation de nos ingénieurs à la mondialisation" dont la recommandation essentielle tient à ces quelques mots : "faire de l'innovation le moteur principal de la formation d'ingénieur". Certes, mais le constat est cruel et l'ambition vaste compte tenu de la situation actuelle, déplorable. Seul un ingénieur français sur seize – 5 % d'entre eux – selon l'Agence pour la création d'entreprises – va créer son entreprise au cours de sa carrière. Et comme le relèvent les auteurs du rapport de l'Institut Montaigne sur les ingénieurs, il se crée en France, proportionnellement, trois fois moins de start-up qu'au Etats-Unis et deux fois moins de brevets sont déposés.

Le Massachussets Institute of Technology (MIT) dépose deux fois plus de brevets que ParisTech, alors qu'il compte deux fois moins d'étudiants, deux fois moins de chercheurs. Du côté de la recherche, la situation n'est guère plus reluisante. L'ingénieur français est à la traîne : seuls 4 % d'entre eux réalisent une thèse (15 % aux États-Unis). Et en guise d'analyse, Valérie Pécresse, ministre de l'Enseignement supérieur, dans son dernier livre avec Axel Kahn, Controverses, livre un diagnostic sans fard : "Les grandes écoles fonctionnent d'abord sur le mimétisme. Il faut reproduire un certain mode de fonctionnement intellectuel. A l'université, l'étudiant doit trouver de nouvelles idées, changer d'approche, renouveler le sujet." Tandis que son co-auteur, en scientifique, pointe les faits : "Quand on regarde l'origine des recherches qui font le prestige de la France, 80 à 90 % d'entre elles proviennent de l'université."

Frilosité et peur du risque

Copyright © Collectif PAPERA

Recherche, création d'entreprise, innovation, derrière tous ces termes, un ressort semble avoir déserté ces brillantes institutions : le goût du risque ! "Le confort des écoles d'ingénieurs qui offrent des voies quasiment toutes tracées dans les grandes entreprises ne pousse pas à l'entrepreneuriat, perçu comme une alternative très risquée. Sans oublier l'innovation par l'entrepreneuriat, socialement moins valorisée qu'à l'étranger, et nombre de freins - administratifs, culturels et financiers - à la mise en oeuvre des idées", déplorent les trois jeunes polytechniciens qui prennent le risque, eux, d'instruire le procès de ces moules prestigieux. Tandis que le PDG de l'éditeur de logiciel Ilog, Pierre Haren, pointe le changement de paradigme : "Dans les grands projets, la prise de risque est collective : la pénalité ne repose sur personne. Les grands projets consomment de l'innovation et diluent les responsabilités." Dans son opus Faut-il sauver les grandes écoles, Pierre Veltz, PDG de Paris-Saclay, l'un des leurs donc, fait l'inventaire des atouts et faiblesses du *french engineer*, espèce exotique, qui selon son expression "adore la complication et déteste la complexité et dont le contexte de formation entretient l'aversion au risque" (voir l'entretien page 4).

Pénurie à l'entrée... et à la sortie...

Plus grave. Ce paradoxe en forme d'accusation pour un système qui cumulerait deux insatisfactions, en aval et en amont, de ces grandes écoles d'ingénieurs, et frustrerait ainsi ses deux clientèles. Il y aurait de 2 000 à 4 000 places restées vacantes à l'entrée des 220 écoles tandis qu'à la sortie, les industriels se plaignent du manque de candidats. Pénurie alarmante pour Jean-Charles Pomerol, président de l'UPMC - Université Pierre et Marie-Curie :"La France manque et va manquer d'ingénieurs" (voir l'encadré ci- contre). Tandis que les candidates se font vraiment très rares dans ces salles de cours dédiées aux sciences dures - 12 à 18 % selon la réputation, alors qu'elles sont quasiment à parité à la sortie du Bac S. "Trop peu de filles, c'est vrai.

N'avoir que 20 % de jeunes femmes dans les classes préparatoires, dans les écoles et dans la profession est devenu une préoccupation nationale. Par souci d'équité, mais aussi parce que l'expérience montre que plus les équipes sont proches de la parité, meilleures sont leurs performances. Plusieurs initiatives sont en cours...", explique Julien Roitman, président des Ingénieurs et Scientifiques de France. Et face à ces chaises vides, certains directeurs de vous expliquer le mal qu'ils se donnent pour remplir leur classe avec des étudiants étrangers. 15 à 30 % des effectifs. Certes une preuve de diversité qui ne va pas faire de mal sur des campus où règne la "consanguinité sociale" : 90 % des étudiants des écoles d'ingénieurs les plus prestigieuses appartiennent aux milieux les plus favorisés (70 % il y a 50 ans).

Ce à quoi répondent, en le déplorant, les responsables de ces écoles : "Les jeux sont faits bien avant nos concours d'entrée !" Non seulement ces institutions doivent faire face à une crise de vocation (pour les disciplines scientifiques à l'entrée) mais elles subissent une hémorragie à leur sortie : "Un trop grand nombre d'ingénieurs formés et diplômés en France s'éloignent non seulement du métier d'ingénieur stricto sensu mais également des métiers de l'industrie en leur préférant notamment la finance", déplore Henri Lachman, vice-président de l'Institut Montaigne. Ce à quoi, sur le terrain, le patron de Centrale Nantes répond : "Nos élèves cherchent à valoriser leur diplôme, donc à être légitimement bien payés, est-ce si choquant ? La situation de la grande industrie est devenue moins séduisante, du point de vue financier, que la finance. Et dans les PME, le différentiel de salaires – moins 10 à 20 % – n'est pas un facteur d'attractivité."

Alors, le modèle classique de l'ingénieur français est-il en danger ? Sans doute si de vigoureuses transformations ne viennent pas l'adapter à la nouvelle donne. Il ne suffira pas de remédier à l'inquiétante carence des cours en anglais ! Parmi les symptômes, cinq dysfonctionnements doivent faire l'objet d'un vaste chantier :

I. Des acteurs atomisés En 2009, 27 600 ingénieurs sont sortis de 220 écoles. Soit 125 diplômés en moyenne par école, alors qu'il en sort 500 d'HEC et de l'Essec. Pas étonnant que la formation de niveau master coûte en moyenne 65 000 euros, soit le double d'un master à l'université (34 000).

Copyright © Collectif PAPERA

II. Un standard de formation contesté Trop de maths, trop peu de sciences de l'ingénieur, le cursus traditionnel doit être adapté. L'enquête AERES constate que les Français consacrent 22 % de leur temps en spécialisations, contre 47 % dans le système anglo- saxon.

III. L'innovation en panne C'est un polytechnicien, Claude Bébéar, qui "balance" : "Créativité et innovation, les grands oubliés de la formation des ingénieurs."

IV. Le malthusianisme de certaines écoles élitistes La régulation excessive de quelques établissements contribue à la pénurie de diplômés qui manquent à l'industrie. "En 10 ans, les écoles d'ingénieurs ont augmenté leurs effectifs de plus de 25 %, passant de 13 037 places offertes en 2000 à 16 388 en 2010. Le phénomène inverse s'est produit dans les universités françaises. La limite à l'augmentation des effectifs est fixée par l'amont, les lycéens, à l'issue du baccalauréat, désireux de mener des études scientifiques et techniques dans l'enseignement supérieur.

La formation des ingénieurs nécessite de nombreux travaux pratiques, des projets encadrés... impliquant donc des petites promotions. Nous misons essentiellement sur la qualité des enseignements et ainsi sur une pédagogie au plus proche des attentes de nos étudiants et des entreprises.

En effet, la petite taille de nos promotions permet d'adapter nos programmes aux attentes de demain des industriels dans un délai très court. Nous sommes néanmoins conscients de la nécessité d'avoir un minimum de masse critique pour un certain nombre de projets, notamment dans un contexte qui s'internationalise", répond Benoît Legait.

V. Un déficit impressionnant de soft skills Si la plupart des grands chasseurs de têtes s'accordent sur les compétences technologiques de l'ingénieur français, ils sont également unanimes sur "la faiblesse de leur capacité managériale et un déficit en soft skills". Certains d'entre eux du cabinet Egon Zehnder ont constaté que de nombreux ingénieurs, très compétents, voient leur carrière stagner du fait de leur incapacité à manager les équipes. Ce qui fait proposer aux auteurs de ce rapport la mise en place d'épreuves prenant en compte la personnalité des candidats.

Car la mesure des qualités humaines, filtre efficace à l'entrée du MIT, ne s'est pas encore imposée aux matheux de ce côté-ci de l'Atlantique. Ensuite, dans le cursus, il faudra développer ces soft skills. Dernier trait culturel dénoncé par Pierre Veltz, ce "contexte qui exacerbe l'esprit de classement et fige les hiérarchies" dans un certain esprit de caste qui fossilise les élites. Alors, parmi les solutions : le développement, parallèlement aux fourches caudines des prépas, impitoyables sur le niveau de maths, des cursus alternatifs après le bac et filtrant sur d'autres critères afin de ne pas se priver de jeunes doués et prometteurs pour les disciplines scientifiques. Et l'industrie dans tout cela ? Eh bien elle se délite : elle pesait pour 22 % dans le PIB en 1998 contre 15 % aujourd'hui... et 30 % en Allemagne.

Par **Patrick Arnoux**

Copyright © Collectif PAPERA