

COLIDRE

3 février 2015

Les écoles d'ingénieurs face à trois défis du XXIème siècle *par Alain Bravo*

A la lumière d'un parcours commencé en 1997 comme président de Télécom Bretagne (1997-2004), intensifié comme directeur Recherche & Technologies d'Alcatel impliquant administrateur de Supélec (1999-2004) et de l'ISEP (1999- 2001), et culminant de 2004 à 2013 comme directeur général de Supélec,

je vais aborder les trois défis que sont pour les écoles d'ingénieurs a) la transformation du cadre français de l'enseignement supérieur et de la recherche, b) la métamorphose numérique associée aux MOOCs et c) la mondialisation. Ces trois points interagissent et ce n'est que pour la clarté de mon propos que je les distingue.

La transformation du cadre français de l'enseignement supérieur

De tout temps une école d'ingénieurs a été créée par des entreprises pour des entreprises, que les entreprises soient privées ou publiques. Le but est de donner aux élèves d'une part les connaissances et compétences immédiates pour être employables à la sortie de l'école et d'autre part les savoir-faire et capacités potentielles pour être dans 25 ans des « capitaines d'industrie » dans leur monde d'alors.

En ce début de XXIème siècle l'attente des employeurs est bien évidemment de recruter des ingénieurs opérationnels dans les domaines dont se réclament leurs écoles, mais avec en plus des accents de plus en plus marqués en matière d'innovation et d'international.

En effet, en ce qui concerne l'innovation, la recherche est désormais nettement moins internalisée dans les entreprises et celles-ci doivent donc être capables soit de formuler correctement les questions qu'elles demandent à la recherche d'étudier, soit d'évaluer les recherches faites dans des laboratoires pour savoir en piloter le transfert dans leurs unités de développement ou de production.

Par ailleurs l'international est désormais l'espace naturel des grands groupes et devient très rapidement un terrain de développement des petites et moyennes entreprises, notamment innovantes, qui ont besoin d'accéder à des marchés plus que nationaux. Pour l'établissement d'enseignement supérieur cela implique de développer sa politique d'échanges d'élèves et de professeurs avec des institutions internationales, et donc de s'adapter à leur « maille ».

Le contexte est celui de l'*open innovation* qui se nourrit d'interdisciplinarité, une interdisciplinarité bâtie non pas en cherchant à rendre chaque établissement de formation interdisciplinaire par lui-même mais en créant des passerelles et en partageant des diplômes entre établissements complémentaires (universités, écoles d'ingénieurs, écoles de commerce) : la notion de campus multiétablissement s'est imposé naturellement en France depuis le début des années 2000, bien loin des oppositions que rapporte une presse qui se plaît à gloser à propos de tensions peu fréquentes et naturelles dans un monde réel.

Un paramètre supplémentaire a joué dans la transformation du cadre national de l'enseignement supérieur : le SFRI – système français de recherche et d'innovation – était début des années 2000 à bout de souffle, comme l'a mis en évidence l'exercice de prospective FutuRIS (RIS pour Recherche Innovation Société) que j'ai eu la chance de diriger à l'ANRT - Association nationale de la recherche et de la technologie - en 2003-2004.

Un certain nombre d'initiatives gouvernementales a depuis vu le jour :

- en 2006 loi de programme pour la recherche de François Goulard (pôles de recherche et d'enseignement supérieur PRES, pôles de compétitivité, instituts Carnot, réseaux thématiques de recherche avancée RTRA hébergés par des fondations de coopération scientifique, ...),
- en 2007 loi des libertés et responsabilités des universités de Valérie Pécresse (autonomie des universités), suivi en 2008 – 2009 par un Plan Campus visant à faire émerger douze pôles universitaires d'excellence de niveau international,
- à partir de 2010, pour la période 2010-2019, Mission enseignement supérieur - recherche du Programme des investissements d'avenir – PIA, qui sur les propositions d'un jury international sélectionne 8 initiatives d'excellence,
- en 2013, loi relative à l'enseignement supérieur et à la recherche de Geneviève Fioraso, qui crée des Communautés d'universités et d'établissements – COMUE.

Ma perception est qu'aujourd'hui commence, enfin, une simplification du paysage et que fondations de coopération scientifique,

opérations Campus et initiatives d'excellence vont se fondre dans des COMUE adaptées à leurs histoires. L'exercice est délicat pour tous les acteurs car il s'agit de passer de « 85 » université, « 200+ » écoles d'ingénieurs, « 100 » écoles de commerce ... à un nombre réduit à un petit nombre de dizaines de COMUE.

Dès ma prise de fonction j'avais considéré qu'il fallait devenir un pair par exemple de la *Technische Universität München*, du *Georgia Tech Institute*, et étudier des modèles comme *Imperial College* et l'EPFL. Au sein de l'association *T.I.M.E. - Top industrial Managers for Europe* - le Directeur de Centrale Paris partageait d'emblée mon point de vue. Telle est l'origine de CentraleSupélec.

👉 **MOOCs¹ : le triple défi des formations, des modèles économiques et des stratégies**

Les MOOCs sont de nouveaux outils pédagogiques d'enseignement en ligne proposées par des plates-formes d'hébergement mutualisées entre plusieurs établissements d'enseignement supérieur. Ils diffusent des connaissances au travers de cours scénarisés. Les MOOCs ne constituent pas une révolution mais s'inscrivent dans l'extension des outils utilisés dans l'enseignement en ligne depuis le e-learning suivi du LMS², puis des UNT³.

Les principales plates-formes sont actuellement Coursera, Edx et Udacity (Etats-Unis). La France a ouvert fin 2013 sa plate-forme Edx dénommée FUN - France Université Numérique qui fin 2014 propose 82 cours d'histoire, de droit, de mathématiques, de management, de technologies de l'information et de la communication, de gestion de projet,

- Le défi des formations

L'engouement pour ces nouveaux outils est important si l'on en juge la croissance exponentielle du nombre d'apprenants inscrits sur les plates-formes principales entre 2012 et 2014 (de 1.7 millions à 7.1 millions pour Coursera, de 370000 à 2.5 millions pour Edx). Cet engouement s'explique notamment par la gratuité actuelle des cours, l'absence de prérequis selon les modules d'enseignement.

Bien que pensés pour toucher massivement les étudiants en formation initiale, les MOOCs attirent majoritairement un public dans la tranche d'âge 20 - 50 ans, pour la plupart dans la vie active, et déjà qualifié (master, doctorat). Les certificats délivrés en fin de parcours aux apprenants qui auront réussi les tests automatisés sont cependant peu nombreux car le taux d'abandon est très élevé par rapport à un cursus classique en présentiel.

La façon dont les MOOCs évolueront est très ouverte : MOOCs connexionnistes, dans lesquels la coopération entre les apprenants est une qualité pédagogique essentielle ? ; SPOCs (Small Private Online Courses), conçus pour la formation continue, donc pour un public restreint, identifié ? ; SMOCs (Smartphone Multicultural Online Courses), qui s'appuient déjà sur les téléphones mobiles, plate-forme universelle probable de l'avenir ? ; FLOTs (Formations en Ligne Ouvertes à Tous) qui sont un programme de cours en ligne pour constituer une formation en ligne conduisant à un diplôme ? ;

- Le défi des modèles économiques

Comme déjà mentionné, les cours actuellement disponibles sont gratuits alors que la conception d'un cours, sa scénarisation, son lancement et son animation mobilisent des moyens importants en temps (pouvant aller jusqu'à sept fois la durée d'un cours de plusieurs semaines), en compétences (pédagogiques, audiovisuelles, commerciales, administratives) et en budget (de 50.000€ à 150.000€ en coûts complets).

La viabilité financière de ces plates-formes reste donc à inventer : certification payante ? offres de freemium⁴ ? partenariats (LinkedIn par exemple) ? Modèle économique internet de financement par l'amont ?

A partir des données extraites des plates-formes d'hébergement MOOCs, sont en effet créées des bases de données valorisables : combien d'apprenants s'inscrivent sur un sujet ? ; de quelles universités ? ; de quels laboratoires ? ; combien d'inscrits persévérant ? Combien et lesquels réussissant tous les contrôles sans reprise de cours ? ; quels professeurs les plus suivis ?... . D'ores et déjà de telles données intéressent soit des fournisseurs de service, dont un ex-GOOGLE, pour la promotion de leur catalogue de formation continue, soit des cabinets de recrutement pour la recherche de compétences ciblées.

Enfin, à l'instar de ce qui a été observé dans la presse écrite, est-il imaginable que l'édition scientifique se tienne à l'écart de ce mode de diffusion des savoirs ?

¹ *Massively Open On-line Courses*, ou cours en ligne ouverts à tous

² Learning Management System

³ Universités Numériques Thématiques

⁴ L'inscription et le cours sont gratuits. L'obtention de services supplémentaires, comme des ressources en ligne, de l'espace de stockage supplémentaire, du tutorat est par contre payante.

- Le défi des stratégies

Les motivations et comportements des parties prenantes impliquées dans les *MOOCs* sont variés.

Au premier chef les motivations d'inscription répondent aux stratégies personnelles des apprenants (se former avec de nouvelles méthodes, mettre à jour ses connaissances, se réorienter par la formation continue, valider ses acquis de l'expérience, ...).

La décision de créer un cours *MOOC* relève quant à elle de deux autres types d'acteurs aux motivations indépendantes.

D'une part les gouvernements se doivent de promouvoir ces nouvelles formes d'enseignement supérieur mais aussi son extension à l'éducation dans les collèges et lycées. Les gouvernements se doivent également d'anticiper dans l'univers sans frontières des *MOOCs* l'exercice de leurs pouvoirs nationaux d'habilitation des formations et d'autorisation de la délivrance de diplômes.

D'autre part pour leur visibilité les plus grands établissements s'imposent d'être parmi les premiers promoteurs de *MOOCs* et s'associent comme sur le portail francophone OCEAN entre l'ENS Ulm, l'ENS Lyon, l'X, l'EPFL, l'UCL et le campus de Montréal. Cette tendance pourrait devenir générale pour des raisons similaires de marketing.

Enfin, acteurs en amont et en aval, les fournisseurs de service et les futurs employeurs peuvent trouver dans les *MOOCs* de nouveaux outils innovants et disposent de moyens financiers pour insuffler en faveur de leur diffusion une dynamique qui bouscule les stratégies internes à la sphère de l'enseignement supérieur.

Mon point de vue est qu'il faut tester les potentialités des *MOOCs*, les exploiter le plus tôt possible lorsqu'il y a apport d'innovations pédagogiques, et garder la tête froide devant ce qui est présenté comme une révolution car celle-ci n'a pas pour l'instant de rationalité économique.

🚩 **La Mondialisation**

La doxa qui accompagne le phénomène de la mondialisation est que l'avenir est dans l'innovation.

Depuis le début de la révolution industrielle la valeur ajoutée des ingénieurs a toujours été d'innover, et il pourrait donc être répliqué que le sujet n'est pas nouveau.

En fait l'innovation dans un contexte mondialisé devient un défi pour deux raisons :

- la première est que la concurrence mondiale exige que les cycles soient de plus en plus rapides et il n'est plus question d'enchaîner séquentiellement des phases (recherche fondamentale, recherche appliquée, transfert de technologie, industrialisation). Tout le génie est au contraire de savoir piloter ces phases le plus possible en parallèle ;
- la seconde est que, comme déjà signalée, la R&D se fait fréquemment avec les laboratoires académiques et que le dialogue entre les ingénieurs des entreprises et les chercheurs des laboratoires partenaires doit être efficient.

Pour les écoles françaises d'ingénieurs cela conduit à rouvrir le dossier « ingénieur-docteur », d'autant plus que dans les entreprises internationales les DRH recrutent dans un vivier mondial de PhD, docteurs et *French Engineers*.

Les formations supérieures devenant un marché mondial, le développement des échanges académiques d'élèves et de professeurs nécessite un cadre de référence qui permette de gérer les équivalences entre les systèmes nationaux d'enseignement supérieur.

En Europe cela a conduit en 1999 à la déclaration de Bologne instituant le processus de Bologne qui s'articule autour de six actions:

- un système de grades académiques facilement reconnaissables et comparables qui inclut l'introduction d'un supplément au diplôme commun afin d'améliorer la transparence;
- un système fondé essentiellement sur deux cycles: un premier cycle utile pour le marché du travail d'une durée d'au moins trois ans et un deuxième cycle (maîtrise) qui exige l'achèvement du premier cycle;
- un système d'accumulation et de transfert de crédits du type de l'ECTS utilisé dans le cadre des échanges [Erasmus](#);
- la mobilité des étudiants, des enseignants et des chercheurs: la suppression de tous les obstacles à la liberté de circulation;
- la coopération en matière d'assurance de la qualité;
- la dimension européenne dans l'enseignement supérieur: augmenter le nombre de modules, de matières d'enseignement et de filières dont le contenu, l'orientation ou l'organisation présente une dimension européenne.

Désormais le débat est centré sur la mise en place d'un Cadre Européen des Certifications – *European Qualifications Framework (EQF)*. Pour la France cela implique d'y transposer le Répertoire National des Certifications professionnelles - RNCP, et notamment pour les écoles d'ingénieurs dans les niveaux *EQF* les plus élevés :

- NIVEAU 7 : Savoirs hautement spécialisés, dont certains sont à l'avant-garde du savoir dans un domaine de travail ou

d'études, comme base d'une pensée originale et/ou de la recherche - Conscience critique des savoirs dans un domaine et à l'interface de plusieurs domaines,

- NIVEAU 8 : Savoirs à la frontière la plus avancée d'un domaine de travail ou d'études et à l'interface de plusieurs domaines,

sachant que le diplôme d'ingénieur est considéré comme équivalent à un Master.

Enfin, si la mondialisation impose aux campus ou désormais aux COMUE de l'enseignement supérieur et de la recherche de se mettre à la « maille », il convient de raison garder et de ne pas considérer que la taille minimale doit être pour tous de N dizaines de milliers étudiants + élèves.

A ce titre l'émergence de la future Université Paris-Saclay a été un cas d'école exceptionnel : elle associe 19 établissements de nature variée mais complémentaire, avec 60.000 étudiants et élèves, et 10.500 chercheurs et enseignants-chercheurs.

Il y a eu des débats internes pour savoir si la structure allait être fédérale ou confédérale : comme je l'avais lu dans un ouvrage sur la constitution de la République helvétique, ces débats se sont avérés totalement stériles et se sont effacés derrière un projet : créer un Collège doctoral unique du plus haut niveau, rationaliser et rendre plus lisible une offre foisonnante de Masters, améliorer la vie des étudiants et élèves, être moteur dans l'écosystème d'innovation du territoire.

A titre personnel au long du processus commencé en 2007 avec la création de la FCS Digiteo – Triangle de la physique, j'ai trouvé utile de chercher des références dans des institutions telles que Cambridge, Princeton ou Harvard. Mon questionnement visait à comprendre d'une part comment bénéficier d'une marque commune telle que Paris-Saclay et d'autre part comment favoriser la valeur ajoutée de chaque composante, telle que pour ce qui me concerne le Collège Ingénierie-Sciences et technologies de l'information.

En cette matière, comme pour ce qui est des « ingénieurs-docteurs » et du cadre *EQF*, et plus généralement sur les effets de la mondialisation de l'enseignement supérieur et de la recherche, les évolutions ne font que commencer et mon propos vise seulement à mettre l'accent sur celles qui me paraissent devoir marquer l'avenir . Il me paraît indispensable d'y participer, avec le souci permanent de bâtir un grand projet collectif.

-- O --

Ayant traité les trois thèmes convenus avec Jean Guy, je m'apprêtais hier à écrire ma conclusion lorsque j'ai lu une dépêche AEF dont le titre est : « Quels scénarios d'avenir pour l'enseignement supérieur en management ? », par Stéphanie Dameron, professeur à Dauphine.

Je reprends son analyse qui me paraît tout à fait de circonstance :

Les Facteurs de la crise :

Le premier facteur commence à être connu, c'est celui de la baisse des financements publics

Le second facteur ... taxe d'apprentissage ... avec une baisse de ressources ... dès cette année de l'ordre de 5 % à 10 %

Le troisième des facteurs ... la baisse probable du nombre d'étudiants candidats aux écoles

Le quatrième facteur ... droits d'inscription, qui ... ont atteint une limite socialement acceptable dans les écoles de management

Commentaires en ce qui concerne les écoles d'ingénieurs : oui pour les deux premiers facteurs, non pour le troisième facteur, oui enfin quant à l'existence d'une limite des droits d'inscription mais qui est loin d'être atteinte à ce jour dans nos écoles.

Quatre scénarios d'avenir

Un premier scénario serait celui de la poursuite des grandes manœuvres à l'international

Un deuxième scénario repose sur l'éclatement de la chaîne de valeur de l'enseignement et de la recherche en management

Le troisième scénario est celui du décrochage des établissements actuels, au profit de la création de formations par des acteurs totalement privés

Le quatrième scénario est celui d'un refinancement public dans lequel la Commission européenne jouerait un rôle central

Commentaire général : bien évidemment, comme dans toute prospective, il faut un scénario catastrophe auquel ressemble le troisième scénario (quoique l'apport d'acteurs privés n'est pas en soi à écarter). La stratégie réaliste est très vraisemblablement à

construire dans une combinaison des trois autres scénarios, l'intervention de la Commission européenne étant aujourd'hui à ma connaissance une hypothèse très théorique.

Je vous remercie pour votre attention.

– O –