

PAR CLAUDE MAURY (61)



délégué général
du Comité d'étude
sur les formations
d'ingénieurs (CEFI)

Comprendre les formations européennes d'ingénieurs par l'histoire

L'histoire des formations d'ingénieurs au cours des deux derniers siècles éclaire de manière décisive le paysage actuel des institutions européennes de formation en sciences et en technologie, et permet de mieux saisir le contexte dans lequel se développent aujourd'hui des politiques nationales volontaristes, et les enjeux qui les accompagnent.

■ Le concept d'institutions d'enseignement préparatoires aux fonctions d'ingénieurs dans les entreprises émerge du XVIII^e au début du XIX^e siècle, entre la première révolution industrielle et la création de premières écoles techniques allemandes. Il faut en effet pour comprendre le concept de l'ingénieur moderne partir de la première révolution industrielle, observée en Angleterre autour des années 1740, dont on ne peut trouver l'équivalent que dans l'invention de l'agriculture au Néolithique. L'humanité s'est trouvée projetée à partir de cette période dans une phase de développement inédite, dont la prolongation jusqu'à nos jours a amené une élévation spectaculaire de notre niveau de vie matériel, et un développement jusque-là totalement impensable des populations (songeons qu'il n'y avait que 6 millions d'habitants en Angleterre au milieu du XVIII^e siècle).

Une prime à l'esprit d'entreprise ?

L'interprétation du moment de cette rupture et de sa localisation en Angleterre est un véritable casse-tête pour les historiens, car il n'existait à cette époque, d'après les experts, aucune prééminence anglaise marquée sur le plan des sciences ou des technologies, susceptible d'expliquer ce décollage précoce. Au-delà de la conjonction de plusieurs conditions favorables, au niveau des ressources (terres agricoles et charbon), des voies de communication ou de l'urbanisation, la « percée » obser-


REPÈRES

Pour donner un aperçu réaliste du dispositif européen des formations supérieures scientifiques et techniques, le choix a été fait de retenir une approche résolument « culturaliste » (par opposition à des analyses simplement descriptives ou fonctionnalistes). Cette approche, qui n'a de sens que sur la durée, amène à s'intéresser à deux moments particuliers de notre histoire : celui de la constitution des formations d'ingénieurs modernes, du XVIII^e à la fin du XIX^e siècle ; celui ensuite des trente dernières années, où s'est manifesté avec une vigueur nouvelle un volontarisme des États.

vée semble reposer pour l'essentiel sur l'envie d'entreprendre de quelques personnes occupant des positions clés, dotées d'une bonne éducation générale, et pour une part non « conventionnelles » (recherchant et acceptant le changement), et sans doute sur quelques inventeurs. Mais il n'y avait en tout cas à l'époque guère d'ingénieurs, ou de vrais scientifiques professionnels.

Servir le progrès

Un second événement phare de la fin du XVIII^e siècle, qui va conserver tout au long du XIX^e siècle une très forte valeur symbolique, est celui de la création en 1794 de l'École polytechnique, qui donne corps pour la première fois au prin-



Il n'y avait guère d'ingénieurs, ou de scientifiques professionnels

Asie ou Europe ?

Comme le rappelle l'historien Paul Bairoch (*Victoires et Déboires*, tome I), des conditions analogues à celles prévalant en Angleterre étaient factuellement réunies au même moment en Chine (et même ailleurs en Europe), ce qui lui fait dire que les révolutions industrielles du XIX^e siècle en Europe auraient parfaitement pu avoir lieu quelques siècles auparavant en Asie.

cipe d'une École ayant pour ambition déclarée de mettre, par une action de formation, la science au service du progrès, économique, et naturellement social.

Ces deux premiers épisodes sont éclairants par rapport aux évolutions qui allaient suivre : le premier fonde pour une part la propension de nos amis anglais à lier la réussite économique à la maîtrise sur le terrain d'un savoir-faire pratique, stimulé par de vrais entrepreneurs, formés sur un mode libéral.

Changements structurels

Alors que les Anglais organisent les professions en constituant les premières « institutions » d'ingénieurs, et se reposent principalement sur l'apprentissage pour assurer les qualifications nécessaires, les premières écoles techniques d'ingénieurs sont créées sur le continent à partir de 1825 (en Allemagne à partir de 1825, en France en 1829 par l'École centrale), en vue de donner, à l'écart du système universitaire, un bagage approprié aux cadres techniques de l'industrie naissante. C'est la lente transformation de ces écoles tout au long du XIX^e siècle (et de quelques écoles techniques de moindre ambition), qui allait structurer en profondeur le potentiel européen de formations techniques supérieures,

particulièrement en Allemagne. Avec l'appui intéressé, et souvent décisif, du pouvoir politique, les premières écoles se voyaient successivement confirmées comme établissements d'enseignement supérieur, puis dotées de la capacité à délivrer des doctorats (et donc aptes à consacrer dans les formes la formation de leurs enseignants). Elles constituent de fait ce que nous appellerons par commodité des « universités techniques ».

Des universités réticentes

Il n'est pas anodin de noter que cette transformation a été lente (sur plus de cinquante années) et qu'elle s'est faite dans un contexte d'hostilité relative des universités traditionnelles, peu favorables à des études jugées trop axées sur l'art de faire, et non sur la connaissance pure, réticentes par surcroît à accepter des institutions « monocolors », non conformes au modèle idéalisé d'université de Humboldt, centré sur la production et sur la diffusion de tous les types de connaissances, et *in fine* leur critique par la philosophie...

On peut se convaincre du caractère resté dominant du modèle d'universités techniques en Europe en reprenant les tableaux de classement, où elles occupent une place plus qu'envisageable. On peut aussi se référer à l'Association CESAER qui regroupe en Europe l'essentiel des établissements les plus éminents formant des ingénieurs. Ces derniers sont constitués aux trois quarts d'universités techniques. Pour ce qui est de la France ce n'est qu'en 1960 qu'était créé l'INSA de Lyon, précisément sur le modèle de la TU de Karlsruhe, même si aujourd'hui un quart des diplômés français sont issus de structures équivalentes (INSA, UT et INP).

Nouveaux enjeux

Il faut maintenant sauter à la fin du XX^e siècle, pour voir, à partir des années quatre-vingt, les États reconnaître leurs institutions de formation scientifique et technologique, comme des relais indispensables pour faire face aux enjeux technologiques et économiques nationaux, dans un contexte de concurrence mondialisée. L'enseignement supérieur scientifique et technique devient alors un enjeu fort des politiques publiques.

Ce n'est qu'en 1960 qu'était créé l'INSA de Lyon, sur le modèle de la TU de Karlsruhe

Leadership français

La considération durable accordée à l'X, citée dans toute l'Europe comme source d'inspiration initiale, explique peut-être la conviction qui a prévalu en France tout au long du XIX^e siècle d'avoir été les pionniers indiscutés des formations scientifiques modernes et d'avoir peu à apprendre des autres.

Le projet Manhattan

Le choix fait en 1940 par l'armée américaine d'établir un partenariat de confiance avec les universités sur le projet Manhattan souligne le décalage Europe-Amérique du Nord.

Volontarisme politique

Trois axes majeurs des politiques volontaristes suivies par les gouvernements européens sont à retenir.

En premier, le choix « politique » d'aller dans le sens d'une responsabilisation maximale des institutions d'enseignement supérieur vis-à-vis des réponses à apporter aux attentes sociétales, parfois jusqu'à une indépendance d'action totale si l'on songe au Royaume-Uni ou à

la Suède, où une grande université a été transformée en fondation privée (Chalmers), avec en contrepoint la mise en place d'agences d'évaluation, parfois d'accréditation.

Ensuite, le choix économique et scientifique de renforcer le potentiel de recherche des ensembles « universitaires » par des investissements massifs sur les champs reconnus comme les plus porteurs (technologies de l'information, sciences de la vie), même si les efforts faits bénéficieront en partie aux structures publiques de recherche.

Enfin, le choix de favoriser la concentration des grands acteurs de la chaîne d'innovation, entreprises, organismes de recherche ou de formation, sur des sites donnés, en consacrant les vertus accordées à des écosystèmes d'innovation de type foyer (ou *cluster*) avec tous les bénéfices induits par la constitution d'une communauté coopérative.

LE MODÈLE ALLEMAND

	CRÉATION	PREMIÈRE CONSÉCRATION	CONFIRMATION (doctorat, université)	EFFECTIFS ÉTUDIANTS
KIT Karlsruhe	1825 (modèle X)	1865 en TH	1900 doctorat	20 000
Univ. Stuttgart	1829	1867	1900-1967	20 000
ETH Zürich	1855 (modèle allemand et X)	1911 (ETH)	1908 (doctorat)	16 000
KTH Stockholm	1827 (modèle Arts et Métiers)	1877 (modèle allemand)	1927	15 000
DTU Copenhague	1829	1933	1994	6 300
NTNU Trondheim	1910 (modèle allemand)	1950	1996	20 000
BUTE Budapest (BME)	1782	1872	1901 (doctorat)	14 000
Polytechnique de Varsovie	1826-1831 1898	1915	1915	32 000
NTUA Athènes	1836	1873	1917 (tutelle EN)	10 000
TU Delft	1842	1864	1905	18 500
Imperial College London	1851	1907	1907 (intègre univ. de Londres)	13 000
TU Wien	1815 (modèle X)	1872 (TH)	1901 doctorat	23 000
RWTH Aachen	1870	1880	1899	30 000
Tomsk Université		1896	1991 (Univ.)	22 500

Ce tableau illustre la progression et montre surtout l'alignement relatif de la plupart des autres pays européens sur le modèle allemand, en dehors tout de même du Royaume-Uni, de la France et de l'Espagne attachée au « modèle » français.

**Un enjeu fort
des politiques
publiques**

Effet cluster

C'est en étudiant le développement de l'industrie cinématographique à Hollywood, que les géographes ont montré les effets bénéfiques de l'existence de clusters pour le développement sur une zone géographique donnée d'une dynamique collective.

Esprit d'initiative

Ces orientations se sont déclinées comme on l'imagine de manière variable selon les pays, avec plus ou moins de détermination et de rapidité (et souvent un avantage aux petits pays plus réactifs et plus déterminés, comme les Pays-Bas ou la Suède).

Au-delà d'un parti pris de laisser les institutions s'autogouverner (ce qui consacrait souvent une maturité déjà acquise par les universités techniques), on en vient désormais à attendre des universités ou institutions équivalentes qu'elles fassent preuve d'un véritable esprit d'initiative, au point que l'on ne s'étonne plus de trouver aujourd'hui dans les universités anglaises ou allemandes des responsables chargés très clairement d'une fonction de marketing en direction des milieux économiques. L'analyse différentielle des politiques suivies autour des pôles de développement révèle également des écarts notables, entre, par exemple, des clusters technologiques totalement gérés par des PME en Allemagne, et des investissements strictement immobiliers sous la forme de parcs scientifiques au Royaume-Uni.

Potentiel homogène

Les développements précédents illustrent la solidité du dispositif européen des formations supérieures en sciences tournées vers l'application, constitué tout au long du XIX^e siècle

Jurys internationaux

L'action menée en Allemagne en 2005 au travers de l'initiative d'excellence représente un point d'orgue d'une politique volontariste dont les procédures ont été reprises pour la répartition des dotations du Grand Emprunt, comportant pour la première fois une rupture d'égalité entre institutions au départ équivalentes avec un recours parfois perturbant à l'arbitrage de jurys internationaux.

par référence pour l'essentiel au modèle allemand, autour d'une idée jugée naturelle et réaliste de concentration des disciplines techniques dans des institutions particulières, associant activités de formation et de recherche, et délivrant des doctorats.

Il est clair que cette situation historique a évolué, puisque l'on trouve aujourd'hui des programmes d'*engineering* dans des universités « généralistes », et que d'autre part dans beaucoup de cas des universités techniques ont élargi leur champ d'intérêt vers la science, la médecine ou le management (faculté de médecine à la TU d'Aachen, à l'Imperial College).

Singularité française

L'Europe dispose d'un dispositif d'une qualité enviable, bien ancré sur ses traditions, fortement investi dans la recherche, constitué à partir d'institutions de type université technique, de taille jugée « raisonnable » de 10 000 à 25 000 étudiants alors que le plus gros établissement français de formation d'ingénieurs reste en dessous de 5 500 étudiants.

Doute existentiel

Malgré ces atouts intrinsèques, le dispositif européen de formation scientifique et technique a été saisi à partir des années quatre-vingt-dix d'un grand doute existentiel, largement lié aux interrogations des Allemands sur leur capacité à attirer, en nombre et en qualité, comme dans le passé, des étudiants étrangers, en rapport également avec des inquiétudes, cette fois générales, sur le financement de l'expansion quantitative de l'enseignement supérieur.

La volonté de réforme, qui en est résultée, dans les années 1994-1996, s'est coulée pour l'essentiel dans le processus de Bologne, porté de 2000 à 2010 par une série de conférences intergouvernementales. On peut faire de nombreuses lectures de ce mouvement de réforme, qui amènent selon le point de vue adopté à des satisfactions ou à des perplexités. Il est patent que la grande idée de base de reprendre la logique d'étude du système nord-américain constitué implicitement en modèle de référence n'a pas encore été réellement mise en œuvre, à supposer que cette transformation – impliquant la création de collèges universitaires – ait été imaginable en dix ans.

On attend des universités qu'elles fassent preuve d'un véritable esprit d'initiative

Primauté de l'anglais

Si des résultats spectaculaires ont été obtenus pour l'accueil des étudiants étrangers, ils résultent principalement du choix d'organiser des enseignements gradués en anglais, avec un abandon de la langue nationale (Suède, Pays-Bas, Suisse) qui pourrait se généraliser avec le temps, comme pour les MBA où il n'existe plus que des formations anglophones.

Des voies d'approfondissement

À défaut d'avoir pu traiter toutes les dimensions du sujet, le panorama qui vient d'être dressé apporte une série d'éclairages ouvrant la voie à des approfondissements.

Le premier est d'illustrer le changement progressif de perspective, depuis le XIX^e siècle où le souci majeur était de former des diplômés à des métiers bien identifiés dans un contexte stable, jusqu'à la période actuelle où la problématique est devenue largement institutionnelle, puisqu'il s'agit de donner à des « complexes » élargis les moyens de s'imposer par rapport à la concurrence, par une démarche stratégique, avec une réelle liberté d'initiative.

Une dimension culturelle

Le second est de confirmer la dimension profondément culturelle du problème posé, illustrée ici par la force de la référence à des modèles, et de souligner par contrecoup le danger d'une approche trop rationalisante.

Les difficultés rencontrées dans l'application du processus de Bologne illustrent bien le risque de voir des discours éminemment rationnels buter sur des réalités culturelles, façonnées sur des périodes de l'ordre de la génération, de vingt-cinq années au moins, voire plus, avec la question de la portabilité de solutions éprouvées dans des contextes culturels très différents. Le troisième est d'observer que le développement des formations supérieures d'ingénierie s'est fait généralement dans un cadre relativement protégé, tenant compte de leurs spécificités, et d'une « juste » distance maintenue entre l'art de la conception et le souci d'accroissement du savoir. Il n'est sans doute guère pensable de prolonger aujourd'hui cet isolement relatif, puisque tout pousse à rechercher des ouvertures sur les autres champs disciplinaires, mais cette leçon de l'histoire doit être prise en compte. ■

COMPARAISON DES CLASSEMENTS INGÉNIERIE-TECHNOLOGIE (Universités et universités de technologie européennes classées dans les 80 premières)

TIMES-QS 2010	RANG
Cambridge	4
Imperial College London	6
ETH Zürich	8
U. Oxford	9
TU Delft	18
U. Manchester	25
EPFL Lausanne	31
École polytechnique Paris	35
TU Munich	36
RWTH Aachen	39
U. Edinburgh	46
TU Berlin	48
Universität Karlsruhe	49
TU Eindhoven	50
U. College London	51
U. Southampton	52
KTH Stockholm	60
Politecnico di Milano	63
DTU Denmark	69
TU Darmstadt	75
KU Leuven	76
Chalmers UT	76
ENS Paris	76
SHANGHAI 2010	RANG
Cambridge	16
EPFL Lausanne	20
Imperial College London	30
U. Manchester	33
ETH Zürich	43
U. Oxford	49
KU Leuven	52-75
Chalmers UT	52-75
Université Paris-VI	52-75
Politecnico di Torino	52-75
DTU Denmark	52-75

Les universités de technologie dominent dans le classement du Times-QS, alors que les universités généralistes dominent dans le classement de Shanghai.

Le développement s'est fait dans un cadre protégé