

INSTITUT
MONTAIGNE



Adapter la formation de nos ingénieurs à la mondialisation

Romain BORDIER, Aloïs KIRCHNER,
Jonathan NUSSBAUMER

ÉTUDE FÉVRIER 2011

L'Institut Montaigne est un laboratoire d'idées - *think tank* - créé fin 2000 par Claude Bébéar et dirigé par Laurent Bigorgne. Il est dépourvu de toute attache partisane et ses financements, exclusivement privés, sont très diversifiés, aucune contribution n'excédant 2 % de son budget annuel. En toute indépendance, il réunit des chefs d'entreprise, des hauts fonctionnaires, des universitaires et des représentants de la société civile issus des horizons et des expériences les plus variés. Il concentre ses travaux sur trois axes de recherche :

Cohésion sociale

Mobilité sociale, intégration des minorités, légitimité des élites...

Modernisation de l'action publique

Réforme de l'État, éducation, système de santé...

Stratégie économique et européenne

Compétitivité, spécialisation industrielle, régulation...

Grâce à ses experts associés (chercheurs praticiens) et à ses groupes de travail, l'Institut Montaigne élabore des propositions concrètes de long terme sur les grands enjeux auxquels nos sociétés sont confrontées. Il contribue ainsi aux évolutions de la conscience sociale. Ses recommandations résultent d'une méthode d'analyse et de recherche rigoureuse et critique. Elles sont ensuite promues activement auprès des décideurs publics.

À travers ses publications et ses conférences, l'Institut Montaigne souhaite jouer pleinement son rôle d'acteur du débat démocratique.

L'Institut Montaigne s'assure de la validité scientifique et de la qualité éditoriale des travaux qu'il publie, mais les opinions et les jugements qui y sont formulés sont exclusivement ceux de leurs auteurs. Ils ne sauraient être imputés ni à l'Institut, ni, a fortiori, à ses organes directeurs.

*Il n'est désir plus naturel
que le désir de connaissance*

INSTITUT
MONTAIGNE



À PROPOS DES AUTEURS

Romain Bordier, Aloïs Kirchner et **Jonathan Nussbaumer** sont d'anciens élèves de l'École polytechnique, issus de la promotion entrée en 2006.

Adapter la formation des ingénieurs à la mondialisation

par Romain Bordier,
Aloïs Kirchner
et Jonathan Nussbaumer

SOMMAIRE

Avant-propos	5
Introduction	7
Chapitre I Comment favoriser les pratiques innovantes ?	9
1.1. La création d'un écosystème pour innover.....	9
1.2. L'enjeu stratégique du doctorat	15
1.3. Des entreprises dans les salles de classes	17
Chapitre II <i>Soft Skills</i> & éducation technologique	19
2.1. Le chaînon manquant entre sciences et technologies.....	19
2.2. Priorité aux <i>Soft Skills</i>	23
Chapitre III Les approches croisées au service de l'innovation.....	25
3.1. L'urgence de l'internationalisation	25
3.2. Les synergies entre écoles et cursus : l'exemple de ParisTech.....	29
3.3. Finalités de la diversité sociale	35
Propositions	39
Méthodologie.....	41
Annexe	43

AVANT-PROPOS

Pas de politique sociale sans économie puissante, pas d'économie puissante sans industrie forte et pas d'industrie forte sans investissement dans la recherche et le développement, ni sans usine sur le territoire. La France doit faire face lucidement au défi de sa désindustrialisation. En effet, l'industrie (hors services à l'industrie) n'y représente plus que 16 % du PIB contre 22 % en 1998, contre 30% en Allemagne et 22 % en moyenne dans la zone euro.

Plusieurs facteurs viennent expliquer ce mouvement de désindustrialisation : les Français n'aiment pas suffisamment leur industrie et en ont une mauvaise image ; notre droit du travail est trop rigide et la prolifération des CDD ne favorise pas le lien entre les salariés et leur entreprise ; notre pays a construit des murs étanches entre secteur public et secteur privé, entre grandes entreprises et PME ; la financiarisation de l'économie empêche tout raisonnement de long terme alors que c'est un point crucial pour l'activité industrielle.

Sans oublier les problèmes importants auxquels doit faire face notre système éducatif. Ce dernier produit chaque année 150 000 jeunes sans qualification ni diplôme, ainsi qu'une élite trop faible comparée aux autres pays de l'OCDE. Aux deux bouts du spectre nous sommes perdants, ce qui affaiblit d'autant plus le potentiel de notre pays.

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. Nous possédons un terreau d'innovateurs de qualité qui ne demandent qu'à entreprendre : il faut les encourager, durant ou à la sortie de leurs études, à développer et à garder les entreprises qu'ils seront amenés à créer.

La présente étude de l'Institut Montaigne aborde les grands défis auxquels doivent faire face nos écoles dans un paysage devenu très compétitif et mondialisé : comment faire de l'innovation le moteur principal de la formation d'ingénieur ? Comment former davantage nos ingénieurs durant leur cursus à la conduite des projets et des hommes ?

Vous trouverez ici des propositions concrètes adressées aussi bien aux responsables de nos écoles qu'aux pouvoirs publics. C'est un enjeu important pour notre pays et sa compétitivité.

Henri Lachmann
Vice-président de l'Institut Montaigne

INTRODUCTION

*Academic Ranking of World Universities*¹ (2003), *World University Rankings*² (2004) ou *Classement International Professionnel des Établissements d'Enseignement Supérieur*³ (2007), chaque nouveau classement crée l'effervescence dans les établissements d'enseignement supérieur français, particulièrement dans nos écoles d'ingénieurs. Que le premier de ces classements, celui qui a attiré l'attention des médias, nous vienne de Chine, est le signe d'un bouleversement profond de la carte universitaire mondiale. Les rapprochements en cours entre certaines de nos grandes écoles les plus prestigieuses et l'université Paris-Sud 11 (Orsay), sur le plateau de Saclay, n'auraient sûrement jamais eu lieu sans l'apparition de ces classements. Ces indicateurs quantitatifs ont le mérite indiscutable de lancer une remise en question profonde des modèles de formation des ingénieurs français. Ils nous forcent à dépasser les clivages habituels grande école *versus* université et ont remis la recherche fondamentale au centre du système d'enseignement supérieur⁴.

Pourtant, ils ne doivent pas faire perdre de vue l'enjeu essentiel. Comment **former aujourd'hui les jeunes ingénieurs qui seront demain les acteurs des succès de la France ?** Il s'agit désormais de faire face à une innovation décentralisée et multiforme qui n'est plus le monopole des grands programmes (Programme nucléaire, TGV, le Concorde, le Plan Calcul, etc.). La formation des ingénieurs doit être en phase avec cette réalité.

Comment préparer les jeunes ingénieurs formés en France à ces nouveaux défis ? Comment tout à la fois préserver ce qui fait leur force, à savoir leur culture scientifique de haut niveau, leur faculté d'abstraction et leurs fortes capacités d'adaptation comme de travail ?

*Trois voies doivent être empruntées pour atteindre cet objectif : sensibilisation aux pratiques innovantes, renforcement des « **soft skills**⁵ » et de **l'éducation à la technologie, et développement des approches croisées et internationales**. Cette étude formule 10 propositions concrètes pour développer le goût de la **créativité** et le sens de **l'innovation** pour nos ingénieurs de demain.*

¹ Classement de l'Université de Shanghai Jiao-Tong.

² Classement du Times Higher Education.

³ Classement de l'École des mines de Paris.

⁴ Le standard des grandes institutions universitaires internationales est constitué par des *research ou comprehensive* universités traitant de toutes les disciplines de la connaissance, axées sur la recherche, et au management « fragile ».

⁵ Qualités humaines et relationnelles.

Formations d'ingénieurs : quelques repères

En 2008, **27 600 ingénieurs ont été diplômés par près de 220 écoles réparties sur une quarantaine de sites** contre environ 10 000 ingénieurs diplômés en 1980⁶. Ces écoles peuvent être classées en quatre catégories :

- 43 écoles des ministères techniques, dites indépendantes
- 55 écoles internes des universités
- 66 autres écoles de l'Éducation nationale
- 56 écoles privées

Ces écoles dispensent une **formation de niveau master** et constituent le principal débouché des classes préparatoires scientifiques. Ces dernières ne fournissent toutefois que 41,3 % des effectifs⁷ et ce à l'issue d'un concours alternant, à l'oral comme à l'écrit, sciences (mathématiques et physique ainsi qu'en option, en fonction de la filière d'accès, chimie, biologie, sciences de l'ingénieur, informatique, etc.) et « humanités » (lettres et langues vivantes).

Le coût de la formation d'un ingénieur pour la société est presque le double de celui d'un diplômé de niveau master de l'université⁸ :

- 65 000 € au total pour un ingénieur issu d'une école de premier rang (en comptant deux années de classe préparatoire et trois ans d'école) ;
- 35 000 € au total pour un master délivré à l'université (sur cinq années d'université).

Les formations d'ingénieurs, accréditées par la Commission du titre d'ingénieur (CTI)⁹, sont bâties sur un modèle commun débutant par une formation généraliste, comportant des sciences fondamentales (mathématiques, physique, chimie), des sciences de l'ingénieur et des disciplines d'ouverture (langues, management, économie), suivie d'une spécialisation. L'ingénieur est un scientifique de bon niveau, possédant ainsi une ouverture à de nombreuses disciplines et une spécialisation dans un domaine précis.

⁶ Rapport de la Conférence des directeurs d'écoles françaises d'ingénieurs, du Conseil général des Mines (CGM) et du Conseil général des technologies de l'information (CGTI), *Le devenir de l'Ingénierie*, groupe de travail présidé par R. Chabbal, juin 2008.

⁷ Ministère de l'Éducation nationale et Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, *Repères et références statistiques sur les enseignements, la formation et la recherche*, septembre 2010.

⁸ *Le devenir de l'Ingénierie*, op. cit. et Pierre Veltz, *Faut-il sauver les grandes écoles ? De la culture de la sélection à la culture de l'innovation*, Paris, éditions des Presses de Sciences Po, 2007, et *Repères et références statistiques sur les enseignements, la formation et la recherche*, op. cit.

⁹ La CTI est un organisme indépendant, chargé par la loi française depuis 1934 d'habiliter toutes les formations d'ingénieurs, de développer la qualité des formations, de promouvoir le titre et le métier d'ingénieur en France et à l'étranger. Elle évalue ainsi régulièrement toutes les écoles d'ingénieurs françaises lors du renouvellement de leur accréditation, et agit de plus en plus à l'étranger (le 12 octobre 2010 elle a ainsi accrédité l'École centrale de Pékin).

CHAPITRE I

COMMENT FAVORISER LES PRATIQUES INNOVANTES ?

Selon l'Agence pour la création d'entreprises (APCE)¹⁰, seul un ingénieur français sur seize créera son entreprise au cours de sa carrière. Comment valoriser davantage l'innovation et l'entrepreneuriat dans la formation des jeunes ingénieurs ? Comment multiplier le nombre de bonnes idées qui contribueront un jour à la croissance économique de notre pays ?

1.1. LA CRÉATION D'UN ÉCOSYSTÈME POUR INNOVER

Rapporté au nombre d'habitants, il se crée en moyenne **trois fois moins de start-up en France qu'aux États-Unis**¹¹, tandis que **deux fois moins de brevets sont déposés** auprès de l'Organisation mondiale de la protection intellectuelle¹².

Mais alors, que font nos ingénieurs ? La nature du métier de l'ingénieur en fait un acteur central de l'innovation : l'ingénieur doit être formé pour **innover, développer et mettre en œuvre** des idées au cours d'un processus créatif collaboratif qu'il est capable de maîtriser. Mettre en pratique des idées est à la fois **socialement efficace** et **personnellement épanouissant**, mais n'est pas toujours perçu comme tel en France.

Un certain nombre de facteurs justifient notre retard en ce qui concerne l'entrepreneuriat.

- Le **confort des écoles d'ingénieurs**, qui offrent à leurs étudiants des voies quasiment toutes tracées dans les grandes entreprises, ne pousse pas vers

¹⁰ Jacques Beranger, Robert Chabbal, Fabrice Dambrine, *Sur la formation entrepreneuriale des ingénieurs*, Rapport à Monsieur le Secrétaire d'État à l'Industrie, du Conseil Général des Mines (CGM) et du Conseil Général des Technologies de l'Information (CGTI), octobre 1998.

¹¹ *Global Entrepreneurship Monitor*, Executive Report, 2007.

¹² OMPI Statistiques : <http://www.wipo.int/ipstats/fr/statistics/patents/>, septembre 2010.

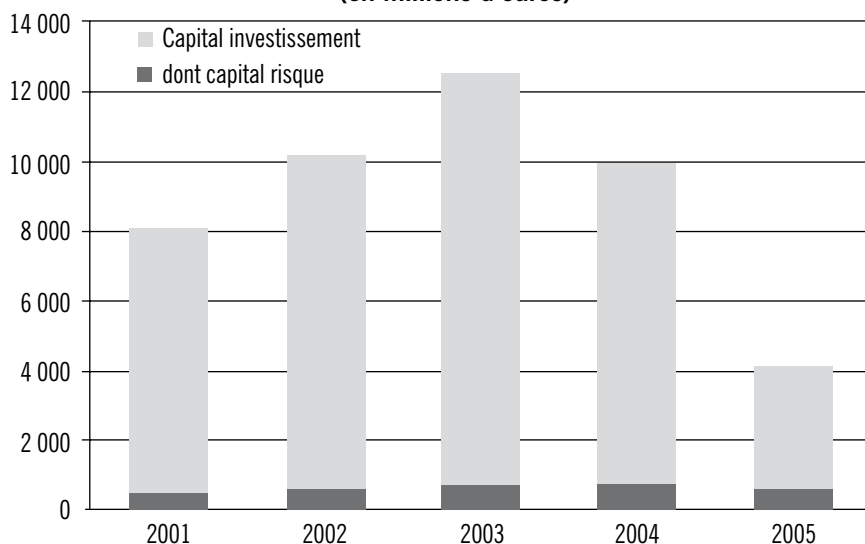
l'entrepreneuriat, qui est perçu comme une voie de sortie alternative très risquée.

- **L'innovation par l'entrepreneuriat est socialement moins valorisée en France qu'à l'étranger.** Les élites n'ont qu'une expérience limitée du sujet – très peu par exemple ont passé du temps dans un laboratoire de recherche, à la différence de ce qui se pratique aux États-Unis ou en Allemagne –, les entrepreneurs sont rarement au contact des étudiants et le modèle « patron/directeur » est socialement plus attractif que celui de l'entrepreneur. Inversement, de l'autre côté de la Manche, 40 % des sociétés de biotechnologies cotées à la bourse de Londres sont issues de l'université de Cambridge, où est également formée l'élite administrative, politique et entrepreneuriale du pays¹³.
- Il existe un nombre important de **freins à l'application et à la mise en œuvre des idées.** Ces freins sont administratifs, culturels ou financiers et ils témoignent d'une aversion au risque plus importante, comme le montre la part extrêmement faible consacrée au capital-risque dans l'investissement français (voir figure 1), première victime des coups de rabots de la loi de finances 2011. Dans son ouvrage *Capitalisme d'héritiers, la crise française du travail*¹⁴, Thomas Philippon note que les États-Unis « se spécialisent précisément dans les industries qui nécessitent des investissements de long terme » : les biotechnologies y ont ainsi bénéficié de 20 milliards de dollars de financement en 2004 alors qu'il s'écoule en moyenne 14 ans entre la découverte d'un produit et sa mise sur le marché. Observons par ailleurs que les dépenses de santé aux États-Unis, souvent décriées en France, contribuent à cette croissance puisqu'elles permettent de financer les recherches en biotechnologie.

¹³ Pascal Boris, Arnaud Vaissié, *L'université et la recherche : moteurs de la création d'entreprise*, Cercle d'outre-Manche, janvier 2006.

¹⁴ Thomas Philippon, *Capitalisme d'héritiers, la crise française du travail*, Paris, Seuil, 2007.

**Figure 1 : Investissement français en capital risque
(en millions d'euros)**



Source : graphique réalisé à partir des données de l'INSEE :
http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg_id=0&ref_id=NATTEF09521

Certaines initiatives portent pourtant leurs fruits.

A Polytech'Nice par exemple, les innovations mûrissent au sein de l'incubateur Paca-Est. Créé en 2001, il a déjà donné naissance à près de 50 start-up ayant eu une durée de vie supérieure à 3 ans. Les universités de Nice et de Toulon ainsi que l'INRIA (Institut national de recherche informatique et en automatique) partagent cet incubateur dont l'objectif officiel est le « *transfert des technologies issues des laboratoires universitaires* »¹⁵. L'incubateur propose notamment une CV-thèque en ligne, véritable vivier de compétences à la disposition des entrepreneurs¹⁶.

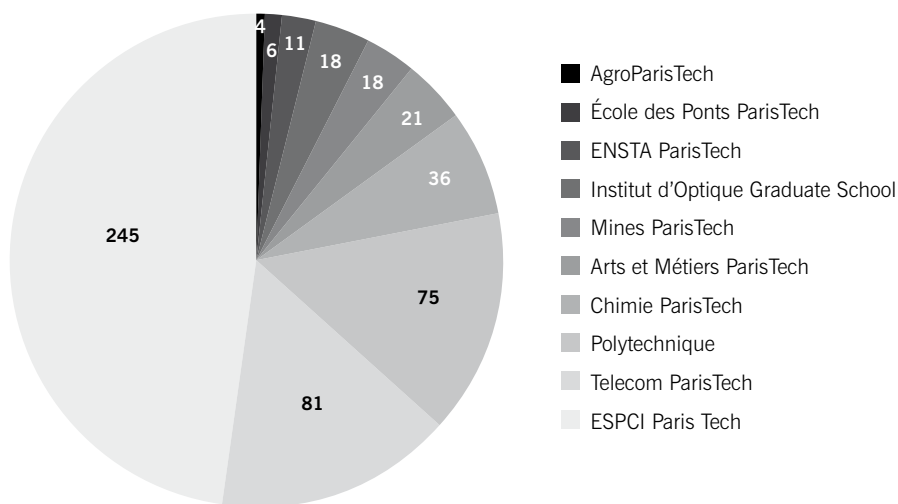
Autre exemple, à l'École polytechnique, Stéphane Mallat, fondateur de *Let It Wave*, propose aux polytechniciens une **initiation surprenante à l'entrepreneuriat technologique**. Il est demandé aux étudiants d'identifier une innovation dans les laboratoires de l'école puis de réaliser en quelques mois le business-plan virtuel de la start-up qui vendrait le produit. Les étudiants sont ainsi conduits à aborder des questions de valorisation commerciale, de protection intellectuelle et de levée de fonds.

¹⁵ Présentation de l'incubateur Paca-Est : <http://www.pacaest.com>, novembre 2010.

¹⁶ Informations recueillies par les auteurs à l'aide de questionnaires envoyés à un panel représentatif d'écoles.

Enfin, comment expliquer que l'ESPCI (École supérieure de physique et de chimie industrielles), longtemps dirigée par Pierre-Gilles de Gennes, prix Nobel de physique, représente un brevet de ParisTech sur deux¹⁷ alors qu'elle ne pèse que 7 % du budget de ParisTech ? L'ESPCI possède une culture de l'innovation tout à fait unique, où le dépôt du brevet est effectué directement par les chercheurs, qui en assument de fait les risques et en reçoivent les bénéfices ! Cette politique fut notamment impulsée par Jacques Lewiner, directeur de la recherche de l'ESPCI de 1973 à 2005 et qui a déposé lui-même plus de 1 000 brevets (dont quelques uns particulièrement lucratifs concernant la téléphonie sans fil et les détecteurs de fumée).

Figure 2 : Nombre de brevets obtenus par les écoles appartenant au Pôle de recherche et d'enseignement supérieur Paristech sur la période 2005-2010

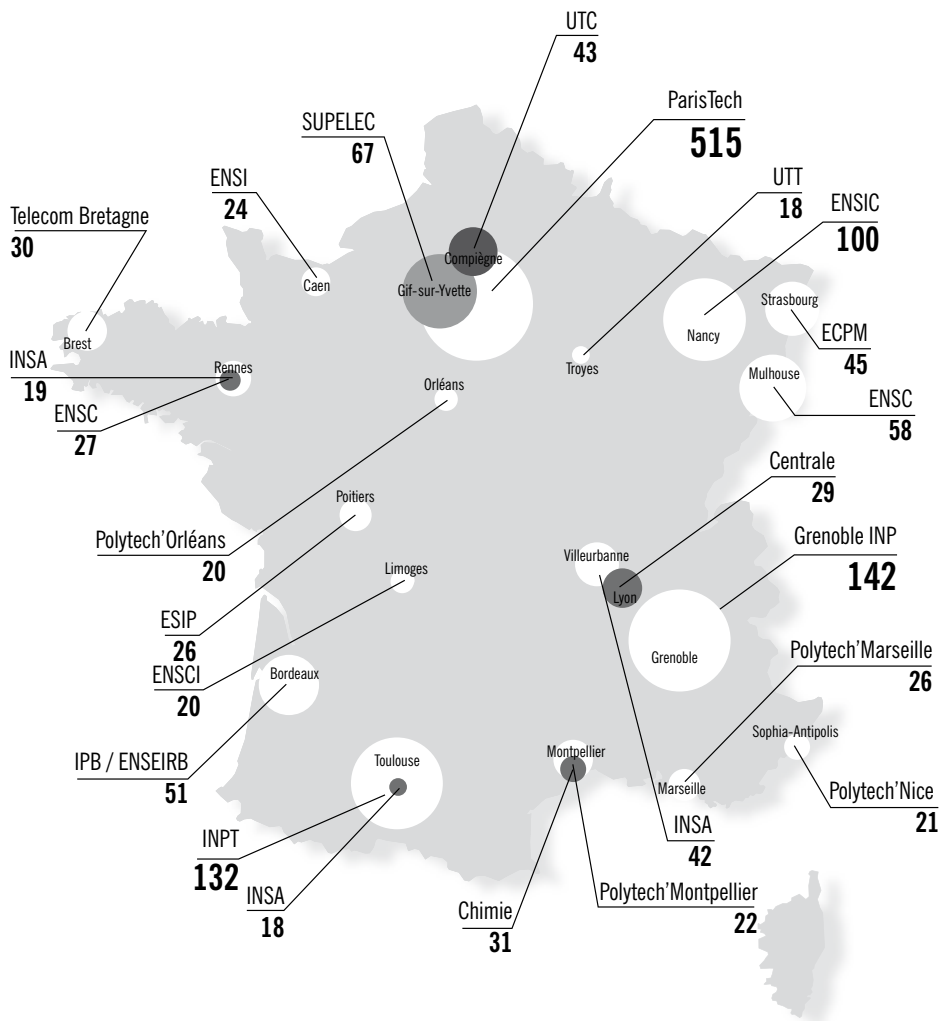


Nombre total de brevets pour ParisTech : 515

Source : réalisé à partir du Palmarès 2010 des écoles d'ingénieurs qui déposent des brevets, mai 2010 (www.industrie.com).

¹⁷ Palmarès 2010 des écoles d'ingénieurs qui déposent des brevets, mai 2010 (www.industrie.com).

Figure 3 : Répartition des brevets par école d'ingénieurs en France* (période 2005-2010)



* Ne sont représentées sur cette carte que les 30 premières écoles de ce classement.
Se reporter à l'annexe pour un classement plus complet.

Sources : carte réalisée à partir du Palmarès 2010 des écoles d'ingénieurs qui déposent des brevets, mai 2010 (www.industrie.com).

Cependant les écoles d'ingénieurs ne parviennent pas à **déceler ni à développer des vocations d'entrepreneurs**. Comme le recommande François Taddei¹⁸, directeur de recherches à l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM) et directeur du Centre de recherches interdisciplinaires à l'université Paris-Descartes, dans un rapport pour l'OCDE¹⁹, en rendant accessibles et attractifs les espaces dédiés au développement des projets des étudiants, quels qu'ils soient, on développerait l'envie des futurs ingénieurs de se confronter à l'entrepreneuriat. Ces « ateliers incubateurs de créativité » devraient offrir aux étudiants motivés les ressources logistiques et les conseils nécessaires pour concrétiser toutes leurs idées.

À terme, de véritables **départements d'entrepreneuriat** devraient émerger dans les écoles d'ingénieurs, dont la vocation serait de mettre les ressources et les contacts de l'école au service des étudiants voulant créer leur entreprise. Ils complèteraient le soutien technologique des laboratoires de recherche en proposant des activités de conseil juridique, en communication, mais aussi de marketing et de distribution. Comme le souligne Maxime Marzin²⁰, directeur de l'incubateur de Sciences Po et responsable du cursus Entrepreneurs, « *l'essentiel est de permettre aux start-up de réaliser leur "deal fondateur", comme Bill Gates avec IBM* ».

En attendant, en France plus qu'ailleurs, « *il faut un driver personnel très important pour innover et entreprendre* », rappelle François Bourdoncle²¹, co-fondateur d'Exalead, leader européen des moteurs de recherche d'entreprise.

Nos propositions

Proposition 1 : Créer des ateliers incubateurs de créativité dans chaque école ou pour chaque regroupement d'écoles. Ouverts 24 heures sur 24, 365 jours par an, ces espaces offriraient aux étudiants les ressources et les conseils nécessaires pour concrétiser et développer leurs projets.

¹⁸ Entretien du 11/10/2010.

¹⁹ François Taddei, *Former des constructeurs de savoirs collaboratifs et créatifs : un défi majeur pour l'éducation du 21^e siècle*, Rapport pour l'OCDE, février 2009.

²⁰ Entretien du 15/11/2010.

²¹ Entretien du 03/09/2010.

Proposition 2 : Mettre en place des modules pratiques « création d'entreprise ». En initiant très concrètement les étudiants à l'entrepreneuriat, ils aborderaient les questions de valorisation de l'innovation, de protection intellectuelle et de levée de fonds.

1.2. L'ENJEU STRATÉGIQUE DU DOCTORAT

« Il manque aux ingénieurs français un sas, une étape de décompression, à la suite de leurs études très structurées, afin de leur apprendre à questionner les règles et coutumes établies, et ainsi sauter le pas de l'innovation », explique Maxime Marzin. La recherche et le doctorat peuvent jouer ce rôle.

Pédagogiquement, faire de la recherche, c'est « *acquérir des qualités et des compétences qui ne sont pas spécifiques au monde de la recherche : c'est oser aller plus loin pour créer* », souligne Marion Guillou²², présidente directrice générale de l'INRA (Institut national de la recherche agronomique) et également présidente du conseil d'administration de l'École polytechnique. C'est aussi, pour Cédric Villani, médaille Fields 2010, « *faire preuve d'inventivité, de ténacité et de rigueur, c'est-à-dire autre chose que suivre des cours et de valider des examens*²³ ». Valérie Pécresse, ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, met également en avant « **la richesse et la créativité** » des docteurs, que l'on devrait recruter davantage dans « *la fonction publique, à l'ENA et dans les grands corps techniques à Polytechnique*²⁴ ».

Orienter les ingénieurs vers la recherche, sinon les inciter à y effectuer un passage suffisamment long, offre des vertus pédagogiques et scientifiques indéniables. On constate pourtant **une certaine réticence des entreprises à accueillir et à recruter des docteurs**, même pour des postes de recherche : seulement 15 % des chercheurs en entreprise sont des docteurs alors que 50 % sont des ingénieurs²⁵.

²² Entretien du 22/09/2010.

²³ Congrès de la Conférence des grandes écoles (CGE), discours de Cédric Villani, Paris, 7 octobre 2010.

²⁴ Dépêche AEF n° 139667, Valérie Pécresse, « *Je me bats pour que le doctorat soit reconnu plus élevé que le diplôme d'ingénieur* », 25 octobre 2010.

²⁵ Centre d'analyse stratégique, *Les difficultés d'insertion professionnelle des docteurs, les raisons d'une exception française*, rapport, Juin 2010.

La France est-elle à la traîne ? Aux États-Unis, 46 000 ingénieurs de niveau master sont formés chaque année, dont 7 100 réalisent une thèse, soit 15 % d'entre eux. Comparativement, en moyenne, **seuls 4 % des ingénieurs français réalisent une thèse**²⁶. Ce déséquilibre tend cependant à se résorber au sein des écoles les plus prestigieuses : 28 % des polytechniciens entrés en 2004 ont poursuivi leur cursus par une thèse, là où le ratio du MIT est d'un tiers.

L'École centrale se distingue en matière de valorisation du doctorat. 13 à 15 % des Centraliens poursuivent désormais leurs études par une thèse, alors que l'école se situait à peine au niveau de la moyenne nationale il y a quelques années. Outre une valorisation plus importante du diplôme de docteur (cérémonie solennelle, appartenance au prestigieux réseau des Centraliens, auparavant réservé aux seuls titulaires du diplôme de niveau master), les élèves sont désormais incités à réaliser leur « projet d'innovation » grâce aux idées des laboratoires de l'école, afin de favoriser les rencontres avec les chercheurs et de les familiariser avec leur univers.

Le nombre de doctorats n'est bien sûr pas une fin en soi. Développer la recherche, c'est développer l'esprit d'initiative et la curiosité, c'est **multiplier les opportunités de start-up et d'innovations technologiques**. Il s'agit d'inciter les ingénieurs à chercher, à pousser les portes des laboratoires, à favoriser la disponibilité des enseignants et à exploiter cette formidable ressource en matière grise.

Notre proposition

Proposition 3 : Créer de véritables doctorats orientés vers l'ingénierie²⁷, sans pour autant reproduire le titre d'ingénieur-docteur, permettant aux ingénieurs d'acquérir la compétence « recherche » en l'appliquant à des domaines déterminants pour leur carrière industrielle future. Ces doctorats doivent être souples et permettre d'alterner périodes de recherche, d'enseignement ou d'expérience en entreprise tout en autorisant une création éventuelle de start-up. Cette étape pourra incarner le sas manquant favorisant l'innovation et l'entrepreneuriat.

²⁶ *Le devenir de l'Ingénierie, op. cit.*

²⁷ Il est tout de même frappant que la recherche « doctorat en ingénierie » dans Google relève essentiellement des sites québécois.

1.3. DES ENTREPRISES DANS LES SALLES DE CLASSES

Le **modèle industriel français** se caractérise par le poids de ses grands groupes ainsi que par un fort interventionnisme de l'État. À la fin de leurs études, la plupart des ingénieurs choisissent d'ailleurs l'une ou l'autre de ces voies.

Ce modèle a permis l'émergence de programmes scientifiques et technologiques structurant et ambitieux, comme le nucléaire, le TGV ou l'A380. Mais il peine aujourd'hui à se renouveler et à s'adapter aux conditions nouvelles créées par la mondialisation. Qu'il s'agisse des énergies renouvelables ou de l'informatique, le modèle français a été contraint de prendre le train en marche et la recherche interagit peu avec les entreprises. Comme le rappelait une précédente étude de l'Institut Montaigne, « *les contrats avec les entreprises financent moins de 3 % de la recherche universitaire. En Allemagne, 13 %²⁸* ». Quant aux prestations de type « *consulting en engineering* », Jean-Lou Chameau²⁹, président du très prestigieux California Institute of Technology (« Caltech »), s'étonne qu'elles soient encore si rares en France.

Nos économies de la connaissance sont désormais fondées sur l'innovation et les ruptures technologiques. L'émergence d'idées nouvelles est un processus décentralisé, collaboratif et instantané. Elles ne viennent plus « d'en haut », ni d'une seule personne ou d'une seule entreprise. Les entreprises qui réussissent sont celles qui sont parvenues à **développer la compétence de leurs employés, et donc de leurs ingénieurs, à innover et à favoriser les démarches collaboratives.** Cette compétence est non seulement vitale pour la survie des entreprises mais elle présente également l'intérêt de ne pas être périssable, contrairement aux nombreuses formations hyper-spécialisantes qui encombrant les cursus de nos ingénieurs.

Les campus doivent être des **lieux d'échanges entre les entreprises et les écoles.** En Chine, dans le cadre du « projet 985 » décidé par le gouvernement, une centaine d'entreprises (dont la R&D de Panasonic et de nombreuses start-up) se sont installées sur le campus de l'université de Tsinghua à Pékin dont est issue l'élite chinoise pour « la formation de personnel qualifié et la transformation des acquis scientifiques³⁰ ». Ces échanges sont également bénéfiques pour les écoles

²⁸ Anne Dumas, *Des labos au marché : en finir avec le gâchis français*, Institut Montaigne, juin 2007.

²⁹ Entretien du 31/08/2010.

³⁰ Ambassade de France en Chine, « Bilan du projet 985 », Note, Service de Coopération Universitaire, avril 2006.

d'ingénieurs : les rencontres avec les entreprises et les projets menés avec elles professionnalisent les étudiants.

Notre proposition

Proposition 4 : Développer la présence physique des entreprises sur les campus. Cours avec des intervenants professionnels, rencontres avec les start-up, partage de locaux avec des entreprises (notamment laboratoires de recherche).

CHAPITRE II

SOFT SKILLS & ÉDUCATION TECHNOLOGIQUE

Les cabinets de recrutement et de chasseurs de tête, y compris internationaux, reconnaissent aux ingénieurs français un excellent niveau technique, mais leur reprochent la faiblesse de leurs capacités managériales. Les ingénieurs français doivent-ils se contenter de l'excellence scientifique ? Que faire pour concilier *soft skills* et sciences dures ?

2.1. LE CHAÎNON MANQUANT ENTRE SCIENCES ET TECHNOLOGIES

La formation scientifique et technique des ingénieurs français est réputée excellente : la classe préparatoire et l'enseignement scientifique restent de haut niveau dans les grandes écoles françaises. Leur excellence académique a notamment permis aux ingénieurs français d'investir le secteur de la finance quantitative « *tant le métier de "quant"³¹ nécessite de comprendre, modéliser, paramétrer et développer, tout en étant très réactif* » avance Nicole El Karoui³², professeur de mathématiques à l'université Pierre-et-Marie-Curie Paris VI et à Polytechnique, pionnière reconnue du développement des mathématiques financières.

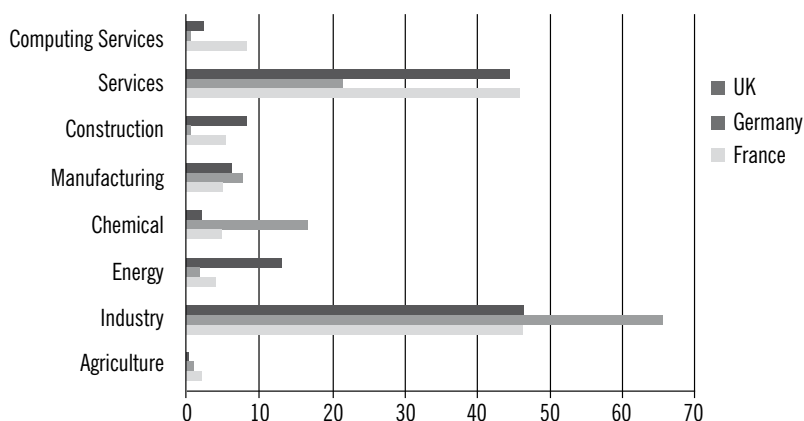
Toute formation d'ingénieur doit reposer sur un **socle de connaissances scientifiques** pluridisciplinaires de haut niveau. Mais ce socle scientifique sera avantageusement complété par un **temps de spécialisation** concernant un domaine scientifique particulier, permettant d'aborder les enjeux du passage de la science à la technologie. Aux Arts et Métiers par exemple, le stage de fin d'études prend la forme d'un « Projet d'expertise » où les étudiants doivent « traiter un problème industriel réel » pendant toute une année.

³¹ Analyste quantitatif.

³² Entretien du 07/09/2010.

Les ingénieurs doivent être les **principaux acteurs de transferts raisonnés du laboratoire à l'application. Marginale dans leur formation, cette lacune se retrouve dans la difficulté de la France à faire émerger l'innovation.** Ainsi, selon une récente étude³³ comparant la profession d'ingénieur en France, au Royaume-Uni et en Allemagne, 50 % des ingénieurs allemands et anglais déclarent travailler en recherche et en design – faisant appel à des compétences techniques – contre seulement un tiers des français. Et pourtant, la plupart des ingénieurs allemands se trouvent dans le secteur industriel, tandis que leurs homologues français et anglais sont essentiellement dans les services.

Figure 4 : Secteurs employant des ingénieurs

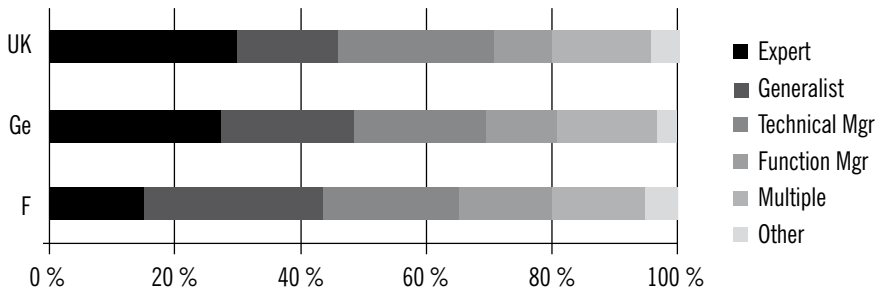


Source : the Engineering Council, *Engineers: an inter-country comparison. Report of a May 2010 survey of engineers in France, Germany and the UK*, décembre 2010.

Notons également qu'une plus grande proportion d'ingénieurs français se considère plutôt généralistes (29 %) contre 16 % au Royaume-Uni et 21 % en Allemagne, à l'inverse des ingénieurs allemands et anglais qui déclarent plutôt assumer des rôles d'experts (respectivement 27 % et 30 % contre 15 % en France).

³³ Menée conjointement par le CNISF (Conseil national des ingénieurs et scientifiques de France), l'Engineering Council anglais et le Verein Deutscher Ingenieure allemand, à partir d'une enquête conduite dans ces trois pays en mai 2010. *Engineers: an inter-country comparison. Report of a May 2010 survey of engineers in France, Germany and the UK*, décembre 2010.

Figure 5 : Type de carrière



Source : the Engineering Council, *Engineers: an inter-country comparison. Report of a May 2010 survey of engineers in France, Germany and the UK*, décembre 2010.

Comme nous l'a ainsi confié Jean-Lou Chameau, « ce qu'il y a aux États-Unis peut-être par rapport à la France, c'est le désir d'appliquer ses connaissances, de résoudre des problèmes sans nécessairement avoir a priori toutes les bases nécessaires. Cela développe la créativité et donc beaucoup de personnes dans les universités créent des entreprises »³⁴.

Mais n'est-ce qu'un problème de culture ? Ne manque-t-il pas aux élèves les lieux où se former par la pratique ? Il faut permettre aux élèves un libre accès à des infrastructures de type « *machine shops* » (ateliers), paillasses, bancs optiques, etc. et créer ainsi des structures intermédiaires entre le laboratoire et la salle de classe. Il peut être utile de s'inspirer du modèle de l'*Edgerton Center* au MIT à Boston qui donne aux élèves les moyens de réaliser, hors de tout cursus, des expériences et d'apprendre dans une logique « *hands on dirty* ».

Notre proposition

Proposition 5 : Créer des centres scientifiques expérimentaux. Les élèves pourraient s'y former par la pratique aux techniques de l'ingénieur et du chercheur ainsi qu'y conduire leurs propres projets et expériences. Chacune des initiatives d'excellence qui bénéficiera des fonds du Grand emprunt (7,7 Mds € de dotation en capital) devrait à terme disposer d'un centre de ce type. L'utilisation en serait partagée entre les différentes écoles ou universités partenaires.

³⁴ Entretien du 31/08/2010.

Le cursus *undergraduate* au MIT : l'innovation en culotte courte.

La scolarité *undergraduate* aux États-Unis correspond au premier cycle universitaire. D'une durée de 4 ans, elle conduit les étudiants, communément appelés *undergrads*, jusqu'au diplôme du « **Bachelor** » (*of Science, Engineering, etc.*).

En 2010 au MIT, 16 000 candidats ont postulé, 1 700 ont été admis, parmi lesquels 1000 élèves ont effectivement rejoint la nouvelle promotion. Le processus de sélection exige, outre des résultats scolaires exceptionnels, de faire preuve de grandes **qualités humaines** (pouvant être mesurées lors d'entretiens de motivation) et de centres d'intérêt variés et affirmés. Les candidats musiciens feront ainsi parvenir un enregistrement de leurs performances et les adeptes des beaux-arts un portfolio. Tous les moyens permettant de mieux cerner la personnalité d'un élève potentiel peuvent être mobilisés.

Cet **équilibre entre sciences et développement personnel** est repris tout au long de la scolarité dans les exigences requises pour l'obtention du diplôme. S'y ajoute une particularité de taille : l'obligation pour tous les étudiants de réaliser (généralement durant les deux premières années de leur scolarité) un ou plusieurs projets de recherche dans les laboratoires de l'université³⁵.

Cet aspect de la formation n'est en aucun cas cosmétique : selon le MIT *Undergraduate Research Opportunities Office*³⁶, entre **50 et 75 brevets ou licences** sont déposés chaque année par des *undergrads*, soit des étudiants âgés de moins de 22 ans. Ces chiffres sont considérables si on les rapporte aux 150 brevets déposés annuellement par le MIT³⁷.

Cette importance du cursus *undergraduate* nous est soulignée par Jean-Lou Chameau, président de CalTech : « *La plus grande différence entre la France et les États-Unis c'est qu'aux États-Unis, il y a une véritable intégration de la*

³⁵ MIT Course Catalog, fondé sur le MIT Bulletin, volume 146, numéro 1, septembre 2010.

³⁶ MIT Undergraduate Research Opportunity website : <http://web.mit.edu/UROP/basicinfo/index.html> (mise à jour en octobre 2010).

³⁷ Voir encadré page 31 : ParisTech et ses concurrents.

recherche au système éducatif et cela passe par une implication des étudiants dans la recherche dès l'undergrad ! Recherche et créativité sont à la base du système américain »³⁸.

En outre, ces brevets constituent une rente financière considérable, évaluée à plus de **130 millions de dollars par an**³⁹ par le *Technology Licensing Office* du MIT (à titre de comparaison le budget du MIT représente 1,8 milliard d'euros contre 750 millions d'euros pour les budgets consolidés de ParisTech en 2010).

2.2. PRIORITÉ AUX *SOFT SKILLS*

Si la technicité des ingénieurs français est reconnue, **leur manque d'aptitude au management, et plus généralement à tout ce qui a trait à « l'humain », peut se révéler handicapant.**

L'ingénieur français est perçu comme un « bon produit » capable de mener à bien des débuts de carrière où la compétence technique prime. L'expertise fonde alors la légitimité. Cette vision trouve néanmoins ses limites quand elle se confronte aux capacités à manager et à « vendre » l'innovation.

Nous avons interrogé à ce sujet Meriem Ould-Ruis et Pierre Mogenet, consultants au cabinet Egon Zehnder International⁴⁰, spécialiste du recrutement de cadres de très haut niveau. Ils ont constaté que de nombreux ingénieurs, par ailleurs très compétents, voient leur carrière stagner du fait de leur incapacité à manager des équipes.

Comme nous l'explique Jean-Louis Beffa, président d'honneur de Saint-Gobain et Senior Advisor de la Banque Lazard : « *Ce qui manque à l'ingénieur français, c'est essentiellement un contact plus tôt avec le terrain, i.e. le monde de l'entreprise et aussi le monde de la recherche. Il faut ajouter à cela le développement des capacités sur le plan humain* »⁴¹.

³⁸ Entretien du 31/08/2010.

³⁹ *MIT Technology Licensing Office website* : <http://web.mit.edu/tlo/www/> (mise à jour en 2010).

⁴⁰ Entretien du 13/10/2010.

⁴¹ Entretien du 18/10/2010.

L'Agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (AERES) pointe du doigt, quant à elle, le fait qu'en France, « *le développement des compétences transversales, comme l'autonomie, la capacité à travailler en équipe et l'esprit critique, n'est pas considéré, à tort, comme un objectif aussi important que la transmission des connaissances* »⁴².

Ces *soft skills* font aussi partie intégrante de toute activité d'innovation. Après avoir « trouvé la bonne idée », la réussite d'une innovation dépend de l'envie et de la **capacité du détenteur de cette idée à la vendre et à entreprendre** autour d'elle. Les écoles d'ingénieurs ne dispensent d'ailleurs pas, ou peu, d'enseignement spécifiquement lié aux questions de propriété intellectuelle ou de droit des brevets.

Innovation ou carrière dans l'industrie, les deux voies se rejoignent dans la nécessité de donner aux ingénieurs, au cours de leur formation, **le goût de l'ouverture, la capacité à prendre des risques**, et plus généralement les outils pour développer des aptitudes managériales sans lesquelles leur compétence technique restera insuffisante. Et Claude Bébéar, président d'honneur d'Axa, de souligner que « *le sens du commandement, le charisme et les capacités de conviction ne vieillissent pas, au contraire des connaissances techniques* »⁴³.

Notre proposition

Proposition 6 : Introduire aux concours des épreuves prenant en compte la personnalité des candidats. Puisque, selon le rapport commandé en 2010 par Valérie Pécresse, ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, à l'Inspection générale de l'administration de l'Éducation nationale et de la recherche (IGAENR), les épreuves de français et de culture générale des concours seraient paradoxalement moins socialement discriminantes que les épreuves de sciences dures, il convient de tester l'introduction d'entretiens de personnalité ou d'études de cas parmi les épreuves des concours scientifiques.

⁴² Dépêche AEF n° 142404, « L'AERES propose un référentiel pour la formation universitaire au métier d'ingénieur », 15 décembre 2010.

⁴³ Entretien du 22/09/2010.

CHAPITRE III

LES APPROCHES CROISÉES AU SERVICE DE L'INNOVATION

Aujourd'hui, un jeune issu des catégories socio-professionnelles supérieures (« CSP+ ») a vingt fois plus de chances d'accéder à une grande école qu'un jeune issu d'un milieu défavorisé⁴⁴. La conséquence directe de cette situation est une véritable homogénéité culturelle dans les écoles d'ingénieurs. Au-delà des considérations morales, quel est l'apport scientifique et technologique de la diversité, de la variété et des approches croisées ?

3.1 - L'URGENCE DE L'INTERNATIONALISATION

Comme Jean-Lou Chameau le souligne, « ce que l'on constate, c'est une multiplication des personnes qui ont deux formations et surtout **deux formations dans des pays distincts**. À ce titre, les USA sont historiquement très attractifs mais on constate l'émergence de Singapour, de la Suisse, de Hong-Kong, du Japon, de la France ainsi que de l'Angleterre et de la Chine. **Les doubles cursus ne constitueront peut être pas la norme mais pourront être à l'avenir un atout décisif sur le marché du travail**⁴⁵ ».

Autrement dit, il s'agit pour les universités qui veulent acquérir un rang mondial dans l'économie de la connaissance d'accroître :

- leur **attractivité**, en recrutant les meilleurs étudiants et enseignants étrangers ;
- leur **rayonnement**, en envoyant le plus possible d'élèves étudier dans d'autres grandes universités internationales.

L'enjeu est de taille en matière d'attractivité et il nous reste un long chemin à parcourir. À titre d'exemple, pour un système d'enseignement supérieur de taille comparable, le Royaume-Uni attirait en 2007 30 % d'étudiants étrangers de plus

⁴⁴ Institut Montaigne, *Ouvrir les grandes écoles à la diversité*, janvier 2006 et Valérie Albouy, Thomas Wanecq, « Les inégalités sociales d'accès aux grandes écoles », *Économie et Statistique*, n° 361, juin 2003.

⁴⁵ Entretien du 31/08/2010.

que la France et formait 4 fois plus de Chinois et 17 fois plus d'Indiens⁴⁶. Ce flux considérable d'étudiants étrangers est un atout pour l'économie britannique : ses retombées représentent 3 milliards d'euros par an et 22 000 emplois⁴⁷. Surtout, les futures élites dirigeantes de l'Inde et de la Chine seront plus naturellement tournées vers la Grande-Bretagne.

Quant à la question du rayonnement, la Chine a déjà pris une longueur d'avance : Tsinghua a lancé un programme de recrutement de 100 responsables académiques d'excellence au niveau international et l'université Jiao-Tong à Shanghai concède mettre en place des « *politiques préférentielles* » à destination des personnalités qualifiées de haut niveau. Des programmes de type « Centrale Pékin » ou « GEA Tianjin » (formation à l'aéronautique en partenariat avec la France) sont également spécifiquement conçus pour attirer les meilleurs enseignants en Chine tout en séduisant les étudiants asiatiques.

Centrale Pékin

L'École centrale de Pékin est l'antenne chinoise des Écoles centrales et se situe sur le campus de Beihang, l'université aéronautique et aérospatiale de Pékin. Fondée en 2005, elle recrute chaque année 100 étudiants après le baccalauréat chinois, le GaoKao, pour une formation d'ingénieur « à la française », d'une durée totale de 6 ans. Cette scolarité se compose de :

- 1 an d'apprentissage du français,
- 2 ans de classes préparatoires, encadrées par des enseignants du lycée Louis-le-Grand,
- 3 ans de cycle ingénieur, sur un programme défini par l'ancien directeur des études de Centrale Paris.

L'École est financée à parité par la Chine et par la France. Depuis son inauguration, la France a apporté 11 millions d'euros dont un tiers provenant de l'État, un tiers provenant d'acteurs industriels (en particulier Total) et un tiers provenant des Écoles centrales. Déjà visitée par François Fillon, Luc Chatel, Jean-Pierre

⁴⁶ Pascal Boris, Arnaud Vaissié, *op. cit.*

⁴⁷ Phil Vickers, Bahram Bekhradnia, « *The Economic Costs and Benefits of International Students* », Higher Education Policy Institute, 12 juillet 2007.

Raffarin et Valérie Pécresse, l'École centrale de Pékin est le projet le plus abouti de coopération universitaire entre la France et la Chine.

Comment a-t-on réussi à exporter notre modèle d'enseignement supérieur ?

La francophilie des dirigeants chinois (le général de Gaulle a été le premier chef d'État à reconnaître la Chine populaire) ainsi que leur vision multipolaire (donc non exclusivement basée sur un enseignement supérieur à l'américaine) apportent déjà quelques éléments de réponse. Mais, c'est surtout le modèle français qui attire : l'élitisme de la formation ainsi que la sélection par un concours national imposant sa valeur normative trouvent un écho favorable en Chine. Le niveau minimal à obtenir au GaoKao pour intégrer Centrale Pékin dépasse largement celui de la meilleure université chinoise.

Pourquoi les Chinois ont-ils importé Centrale Pékin ? Les Chinois sont particulièrement conscients des limites de leur modèle traditionnel qui privilégie l'accumulation des connaissances. Ce modèle prépare mal les étudiants à faire face aux enjeux futurs ainsi qu'aux problématiques de l'innovation (les examens chinois sont d'ailleurs généralement conçus sur la base d'une sélection d'exercices parmi une banque nationale d'exercices). Jean Dorey, directeur de l'École centrale Pékin, concède volontiers que les Chinois sont particulièrement intéressés par « *la formation à la résolution de problèmes nouveaux et complexes et le développement de la capacité à innover*⁴⁸ ». Les services diplomatiques franco-chinois précisent d'ailleurs que les implantations de Centrale à Pékin, du programme en ingénierie aéronautique à Tianjin et du programme en ingénierie nucléaire à Canton, « *sont le fruit d'une réflexion mettant en avant l'apport qu'une formation d'ingénieur à la française pouvait représenter pour les Chinois dans ces domaines bien précis*⁴⁹ ».

Quelles sont les difficultés rencontrées par ce projet ? Les obstacles multiculturels sont un frein à la pédagogie de Centrale Pékin : l'université de Beihang se base par exemple sur une notation individuelle tandis que les Écoles centrales évaluent collectivement les projets. Autre difficulté, le financement de Centrale Pékin a du mal à se pérenniser, d'autant que les frais sont importants : ils s'élèvent à près de 300 000 € chaque année pour le transport et l'hébergement des professeurs français.

⁴⁸ Entretien du 01/09/2010.

⁴⁹ Alain-James Palisse, chargé de mission auprès de l'attaché de coopération universitaire à l'ambassade de France en Chine, 16/08/2010.

Pour les Chinois, Centrale Pékin est surtout un label de qualité : la reconnaissance de ce double-diplôme franco-chinois vient d'ailleurs d'être prononcée par la Commission du titre d'ingénieur. La Chine n'est-elle cependant pas appelée à dépasser rapidement le modèle offert par Centrale Pékin si les insuffisances et les limites de la formation d'ingénieur « à la française » soulignées précédemment perdurent ? En effet, la Chine est naturellement portée à faire la synthèse des meilleures pratiques mondiales : innovation bouillonnante à l'américaine et excellence académique à la française.

Le frein le plus important à l'internationalisation des écoles d'ingénieurs françaises reste sans aucun doute la faible proportion de cours en anglais, comme l'a également souligné la Conférence des grandes écoles elle-même⁵⁰.

Le nombre d'étudiants maîtrisant l'anglais comme première ou seconde langue constitue un **vivier considérable** d'élèves susceptibles d'aller étudier dans les grandes universités internationales. C'est la raison pour laquelle dans les grandes écoles françaises, la langue d'enseignement ne doit plus être un obstacle. **Accroître la proportion des cours enseignés en anglais est aujourd'hui incontournable.**

Toutefois, du point de vue législatif, l'article L 121-3 du Code de l'éducation⁵¹ (qui reprend l'article 11, depuis abrogé, de la loi Toubon sur l'emploi de la langue française) encadre fortement ce type de pratiques : « *La langue de l'enseignement, des examens et concours, ainsi que des thèses et mémoires dans les établissements publics et privés d'enseignement est le français* ». Des exceptions existent notamment lorsque l'enseignant est un « *professeur étranger* » ou bien lorsque « *l'enseignement est à caractère international* ». Sous réserve d'une dérogation obtenue par arrêté ministériel, il est possible pour les écoles d'ingénieurs d'enseigner en anglais, tout en offrant la possibilité aux étudiants de passer leurs examens en français pour les ressortissants français et en anglais pour les étrangers. Cela a été par exemple expérimenté il y a quelques années à l'université de Marne-la-Vallée. Observons par ailleurs que cela ne nuit nullement à la francophonie puisque les étudiants étrangers évoluent dans un environnement totalement francophone leur permettant à la fin de leur scolarité de parler plusieurs langues, dont le français.

⁵⁰ *Les Echos*, « Les grandes écoles veulent trois fois plus d'étudiants étrangers », 8 octobre 2010.

⁵¹ Article L121-3 du code de l'éducation : <http://www.legifrance.gouv.fr/>, datant du 22 juin 2000.

En contrepartie, pour les étudiants français des grandes écoles qui sont, de fait, nos ambassadeurs à l'étranger, une réelle maîtrise de l'anglais doit être exigée. Cela passe sans aucun doute par l'adoption au niveau des concours d'entrée des **épreuves standards d'anglais que sont le TOEFL, le TOEIC ou le GRE**. Il s'agit bien de demander aux étudiants de parler anglais couramment dès l'admission et non plus simplement d'être capable de traduire un texte ou de le commenter.

Cette réforme pourrait d'ailleurs être l'occasion de faire du niveau d'internationalisation un des critères de choix des étudiants entrant en école d'ingénieurs. Il s'agirait ainsi de publier annuellement le niveau d'internationalisation des écoles (nombre d'élèves étrangers, par zone d'origine) ainsi que le pourcentage de cours enseignés en anglais. Ces indicateurs pourraient ainsi être intégrés aux nombreux classements qui conditionnent largement la liste de vœux des étudiants de classes préparatoires.

Notre proposition

Proposition 7 : Généraliser les cours en anglais, et communiquer sur l'internationalisation des écoles. Une part croissante de l'enseignement dispensé dans les grandes écoles doit désormais l'être intégralement en anglais (objectif : atteindre un taux supérieur à 50 % d'ici 5 ans) et en contrepartie, exiger à l'admission un niveau minimal au TOEFL fixé par chaque école. Publier régulièrement des indicateurs d'internationalisation de l'école.

3.2 - LES SYNERGIES ENTRE ÉCOLES ET CURSUS : L'EXEMPLE DE PARISTECH

L'apparition des classements internationaux a mis en exergue le problème de taille critique dont souffrent nos grandes écoles. Il existe 4 305 structures d'enseignement supérieur en France, pour beaucoup monodisciplinaires, contre 169 structures pluridisciplinaires au Royaume-Uni, à nombre d'étudiants égal⁵². Des rapprochements sont indispensables et certains ont déjà été amorcés. Le plan Campus, puis le grand emprunt, ont d'ailleurs vocation à fournir les financements

⁵² Données 2008. In Pascal Boris, Arnaud Vaissié, *op. cit.*

nécessaires à leur réalisation.

Opération modèle de rapprochement, **ParisTech a été créé en 1991**. Il est depuis 2007 un **Pôle de recherche et d'enseignement supérieur** (PRES) ayant le statut particulier d'**Établissement public de coopération scientifique** (EPCS) : c'est vers de telles structures que les investissements du Grand emprunt seront prioritairement affectés. En pratique, il s'agit d'une **structure de coordination** administrée ensemble par chacune des 12 grandes écoles membres (11 grandes écoles d'ingénieurs et une grande école de commerce : HEC).

Le premier objectif de ce type de regroupement est bien sûr une **meilleure visibilité à l'international**. Regrouper les écoles sous une bannière et une communication commune est une première étape. D'un point de vue purement statistique, ParisTech est en mesure de rivaliser avec les plus grands ensembles de recherche et d'enseignement mondiaux, encore faut-il « donner une âme » à ce regroupement et certainement une unité de lieu. Pourquoi ne pas l'élargir à d'autres disciplines telles que la littérature ou l'histoire ? Les références internationales comme Stanford ou le MIT sont multidisciplinaires. Il faut **attirer l'attention pour attirer les talents !** Ainsi comme le rappelle Pierre Veltz, une grande école prestigieuse comme l'École des ponts est à peu près 250 fois moins citée chez Reuters que Stanford⁵³.

⁵³ Pierre Veltz, *op. cit.*

ParisTech et ses concurrents

Liste des grandes écoles actuellement au sein de ParisTech :



La taille de l'ensemble formé par les écoles du groupe ParisTech est tout à fait comparable à celle de ses principaux rivaux internationaux.

	Date de création	Doctorats délivrés	Nombre d'étudiants	Brevets déposés par an (approx.)	Dépenses	Enseignants et chercheurs	Publications (approx.)
ParisTech (Paris)	1991 ⁽¹⁾	500 ⁽¹⁾	19 600 ⁽¹⁾	85 ^{(16) (H)}	750 M€ ^(I)	3 650 ^{(1) (A)}	3 500 ⁽¹⁸⁾
Minatec (Grenoble)	2002 ⁽¹⁷⁾	146 ^{(17) (K)}	1 200 ⁽¹⁷⁾	300 ⁽¹⁷⁾	300 M€ ⁽¹⁷⁾	2 400 ^{(17) (F)}	1 600 ⁽¹⁹⁾
MIT (Boston)	1865 ⁽²⁾	575 ⁽³⁾	10 384 ⁽²⁾	184 ⁽¹⁵⁾	1 859 M€ ^{(2) (L)}	1 704 ^{(2) (B)}	18 439 ⁽¹¹⁾
Imperial College (Londres)	1907 ⁽⁴⁾	681 ⁽⁵⁾	13 019 ⁽⁴⁾	48 ⁽¹²⁾	774 M€ ^{(6) (L)}	3 422 ^{(5) (C)}	20 915 ⁽¹¹⁾
ETHZ (Zurich)	1855 ⁽⁷⁾	651 ⁽⁸⁾	16 228 ⁽⁷⁾	50 - 100 ⁽¹³⁾	984 M€ ^{(7) (L)}	4 872 ^{(8) (D)}	14 011 ⁽¹¹⁾
Stanford (Palo Alto)	1891 ⁽⁹⁾	661 ⁽⁹⁾	15319 ⁽⁹⁾	77 ^{(14) (G)}	2 363 M€ ^{(10) (J) (L)}	1 903 ^{(9) (E)}	25 098 ⁽¹¹⁾

Sources :

⁽¹⁾ ParisTech - À propos de : <http://www.ParisTech.fr/index.php/fre/A-propos-de-ParisTech>

⁽²⁾ MIT - Facts : <http://web.mit.edu/facts/>

⁽³⁾ MIT - Enrollment & Degree Statistics : <http://web.mit.edu/registrar/>

- (4) Imperial College - *About* : <http://www3.imperial.ac.uk/aboutimperial>
- (5) Imperial College - *College Statistics* : <http://www3.imperial.ac.uk/planning/statistics/collegestatistics>
- (6) Imperial College - *Financial Statements* : <http://www3.imperial.ac.uk/finance/sections/accounting/publications>
- (7) ETHZ - *About Us* : http://www.ethz.ch/about/index_EN
- (8) ETHZ - *Annual Report* : http://www.ethz.ch/about/publications/annualreports/index_EN
- (9) Stanford - *Facts* : <http://www.stanford.edu/about/facts/>
- (10) Stanford - *Annual Report* : <http://annualreport.stanford.edu/>
- (11) Classement de Leiden sur la période 2003-2007 : <http://www.cwts.nl/ranking/>
- (12) Imperial Innovations - *Annual Report* : <http://www.imperialinnovationsannualreport2009.com/>
- (13) ETHZ - *Inventions & Patents* : <http://www.vpf.ethz.ch/transfer/patente>
- (14) Stanford - *Office of Technology Licensing* : <http://otl.stanford.edu/>
- (15) MIT - *Technology Licensing Office* : http://web.mit.edu/tlo/www/about/office_statistics.html
- (16) Industrie.com - Palmarès des écoles d'ingénieurs qui déposent des brevets : <http://www.industrie.com/it/recherche/palmars-2010-des-ecoles-d-ingenieurs-qui-deposent-des-brevets.9738>
- (17) Minatec : <http://www.minatec.com/minatec>
- (18) 3 500 publications scientifiques par an : <http://www.paristech.fr/index.php/fre/A-propos-de-ParisTech/Faits-et-chiffres>
- (19) Les équipes du site signent plus de 1 600 publications par an : <http://www.minatec.com/minatec>

Méthodes de calcul :

Toutes les valeurs correspondent au dernier exercice publié à date du 15 novembre 2010.

- (A) Enseignants chercheurs
- (B) Professeurs, professeurs associés et assistants, chargés d'enseignement, professeurs émérites hors personnel de support (recherche, bibliothèque, administratif)
- (C) Personnel d'enseignement et de recherche
- (D) Professeurs, personnel scientifique et apprenants dans l'enseignement et la recherche, hors personnel technique et administratif
- (E) *Stanford Faculty*, hors titularisations en cours
- (F) Chercheurs
- (G) Licences conclues (à titre d'information, 443 inventions ont été réalisées)
- (H) Moyenne sur 2005-2010
- (I) Calcul des auteurs, somme des budgets des écoles
- (J) Hors *Stanford Hospital*
- (K) 440 thésards répartis sur (en moyenne) 3 années de thèse
- (L) Conversion des devises en euros au cours du 29/11/2010

Cependant, les effets de masse critique ne se feront sentir que si le rapprochement va au-delà de cette phase essentiellement administrative, ce qui ne va pas de soi pour de nombreuses écoles attachées à leur histoire et à leur indépendance. Le modèle vers lequel tendre reste celui des universités anglo-saxonnes dans lesquelles des *Colleges* semi-indépendants coopèrent et bénéficient les uns des autres au sein d'une structure de gouvernance unique. Ainsi, pour Bernard Ramanantsoa, directeur général du Groupe HEC, « *HEC au sein de ParisTech doit jouer le même rôle que la Sloan School of Management au sein du MIT, même si les modalités techniques de rapprochement restent à préciser* »⁵⁴.

⁵⁴ Entretien du 26/11/2010.

Les PRES peuvent et doivent être ces lieux où les étudiants d'origine et de profils variés (université ou grande école, profil scientifique ou manager) sont incités à interagir et à étudier ensemble, créant ainsi un cadre privilégié pour l'innovation.

Pour cela, deux leviers doivent être actionnés : **la généralisation de projets longs inter-écoles et la possibilité d'échanges de cours.**

Les projets inter-écoles permettraient à des étudiants de constituer des équipes véritablement complémentaires, regroupées autour de thèmes transversaux : des étudiants en design, en marketing et en ingénierie pourraient ainsi travailler ensemble à l'application d'une idée issue des laboratoires de recherche du PRES. Les projets étudiants de demain pourront ressembler à ce qui se met en place à Nancy. Le projet ARTEM y réunit une école de commerce (ICN Nancy), une école d'ingénieurs (Mines Nancy) et une école d'art (Beaux-arts Nancy). Elles se sont regroupées sur un même campus pour donner naissance, selon leurs mots, à la « *promesse d'une nouvelle culture de réseau, du partenariat et du projet collaboratif* ».

Offrir la possibilité aux étudiants de suivre des cours dans d'autres écoles du même PRES que la leur contribuerait au renforcement de l'unité physique de ces entités encore récentes. Ces échanges sont déjà une réalité pour certains étudiants : double diplôme Arts et Métiers ParisTech-Supelec ou Arts et Métiers-ESTP, partenariats entre HEC et Polytechnique, les Mines, l'ENSAE ou encore Agro ParisTech, sans parler de l'offre de plus en plus co-habillée de masters.

Nos propositions

Proposition 8 : Intégrer aux cursus des projets inter-écoles. Les futurs ingénieurs doivent acquérir l'expérience du travail pluridisciplinaire avec des écoles de commerce, d'art, etc. Chacun des pôles d'excellence bénéficiant du Grand emprunt (7,7 Mds € de dotation en capital) devra proposer ce type de projet à ses élèves.

Proposition 9 : Généraliser les possibilités d'échanges de cours. Dans tous les PRES estampillés « pôles d'excellence » et bénéficiant du Grand emprunt, offrir la possibilité aux étudiants d'intégrer à leur cursus des cours dispensés dans d'autres écoles du PRES que la leur.

Du mouvement sur le plateau de Saclay

Situé près de la commune de Saclay dans le département de l'Essonne, le plateau de Saclay n'est plus depuis longtemps le bassin d'alimentation en eau des fontaines du château de Versailles voulu par Colbert et Louis XIV. En revanche, c'est depuis plus de 60 ans déjà, un haut lieu scientifique et technologique grâce aux installations historiques du CNRS, du CEA et de l'ONERA.

Sous l'effet combiné d'indicateurs tels que le classement de Shanghai et de la volonté de maintenir un tissu industriel en France, le développement du plateau de Saclay s'est accéléré depuis 10 ans. Soutenu par l'État à hauteur de 850 millions d'euros dans le cadre du Plan Campus de 2008⁵⁵ et de 1 milliard d'euros dans le cadre du Grand emprunt⁵⁶, le plateau de Saclay voit s'installer successivement grandes écoles, universités, laboratoires et entreprises à un rythme effréné.

Le plateau de Saclay accueillera et opérera ainsi un rapprochement géographique historique de **23 établissements répartis sur 250 hectares**. L'ensemble regrouperait près de **30 000 étudiants et 12 000 chercheurs**, soit un volume aussi important que Stanford et le MIT réunis.

Parmi ces 23 établissements, 8 sont des grandes écoles de ParisTech, mais le groupe comporte d'autres grandes écoles et universités. Ce projet s'inscrit dans le projet du Grand Paris dont la conséquence la plus visible sera sans doute la construction d'un métro automatique qui devrait desservir les différentes zones du plateau de Saclay.

Comme l'a rappelé Pierre Veltz⁵⁷ suite à sa nomination à la présidence de l'Établissement public de Paris-Saclay, l'enjeu du plateau de Saclay est bien de parvenir à concilier une **ambition pédagogique de très haut niveau**, la formation de plusieurs dizaines de milliers d'étudiants, et la **création d'un véritable campus** c'est-à-dire un tissu urbain de logements, de restaurants, de commerces, d'équipements sportifs, de réseaux de transport, mais aussi de loisirs et de culture.

⁵⁵ Campus de Saclay, Dotation de l'État de 850 M€, page internet du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, dernière mise à jour mai 2009.

⁵⁶ Allocution du président de la République sur les priorités financées par l'emprunt national, Palais de l'Élysée, le 14 décembre 2009.

⁵⁷ Entretien du 21/09/2010.

3.3 - FINALITÉS DE LA DIVERSITÉ SOCIALE

En septembre 2011, le président de la République affirmait lors de son discours de Palaiseau⁵⁸, citant alors Clemenceau : « *La République n'est rien qu'un instrument d'émancipation, un instrument d'évolution par l'éducation de tous* ». C'est lors de ce même discours que l'objectif de 30 % de boursiers en classe préparatoire a été fixé. A l'époque, le président refusait l'introduction d'un quota de places réservé aux boursiers aux concours des grandes écoles.

Cette idée n'a pas suscité de débat jusqu'à la publication des chiffres suivants :

- 90 % des étudiants des écoles d'ingénieurs les plus prestigieuses sont issus des catégories CSP+, contre **70 % il y a 50 ans**⁵⁹ ;
- employés et ouvriers représentent encore aujourd'hui plus de **60 % de la population active**, tandis que leurs enfants ne représentent que **6 % des étudiants des écoles d'ingénieurs**⁶⁰.

Suite à la publication de ces statistiques, la question de la diversité sociale au sein des écoles d'ingénieurs a été l'objet d'une vive polémique fin 2009 relayée jusque dans l'opinion publique, par la classe politique et au sein des écoles d'ingénieurs elles-mêmes. À tel point d'ailleurs que les débats se sont cristallisés autour de deux positions radicales : d'un côté celle des partisans de l'**introduction de quotas de places (30 %)** réservées aux élèves boursiers et de l'autre celle des écoles d'ingénieurs qui ne souhaitent pas modifier les conditions d'entrée, redoutant une **baisse de niveau**.

On peut s'étonner que ce sujet n'ait été abordé que sous l'angle moral, comme si la diversité sociale était une fin en soi. **L'intérêt pour les écoles d'ingénieurs, et indirectement pour le contribuable français**⁶¹, n'a pas été soulevé.

⁵⁸ Discours du président de la République à Palaiseau (Essonne), à l'occasion du lancement de l'aménagement du campus de Paris-Saclay, Vendredi 24 septembre 2010.

⁵⁹ Yannick Bodin, *Diversité sociale dans les classes préparatoires aux grandes écoles : mettre fin à une forme de « délit d'initié »*, Rapport n° 441 de la mission d'information du Sénat, septembre 2007.

⁶⁰ Rapport de la Conférence des grandes écoles, *Origine sociale des élèves : ce qu'il en est exactement*, juin 2005.

⁶¹ Sur « l'importance critique pour notre pays de tirer le meilleur parti de ses ressources dans le domaine des sciences et des techniques », voir *La bataille de la matière grise*, Rapport du CNISF, février 2007.

De nombreuses initiatives ont été engagées par les grandes écoles. Sciences Po a fait figure de pionnier en favorisant l'accès aux boursiers méritants, les Arts et Métiers élargissent leur base de recrutement, et un peu partout en France, les bourses « Promotion des talents » ou encore les « Cordées de la réussite » permettent d'établir des partenariats entre établissements d'enseignement supérieur et lycées situés en zones sensibles. Dans un autre registre, dès la rentrée, les étudiants de Telecom ParisTech qui s'engagent dans des activités de soutien scolaire et d'ouverture sociale obtiendront des crédits ECTS valorisant leur engagement.

Il est indiscutable aujourd'hui, comme l'Institut Montaigne l'a pointé dans son rapport *Vaincre l'échec à l'école primaire* (mai 2010), que les écarts entre enfants issus de milieux plus ou moins favorisés se creusent dès la maternelle. L'enjeu pour les écoles d'ingénieurs est donc bien de tenir compte de ces biais dans le recrutement et d'identifier, le plus tôt possible, les élèves les plus méritants et les plus prometteurs qui n'accèdent pas dans de bonnes conditions aux classes préparatoires. Pour cela, il semble essentiel de les prendre en charge à l'aide de programmes adaptés, dès leur sortie du lycée : **les grandes écoles d'ingénieurs doivent créer leur propre cursus undergraduate.**

L'accélération de la diversification sociale des grandes écoles passe donc sans aucun doute par la création de **filières d'accès alternatives** permettant de rompre le déterminisme « seule une excellente classe préparatoire permet l'accession à une grande école prestigieuse », qui bénéficie aux étudiants les mieux informés, souvent les plus favorisés. Des regroupements de grandes écoles (ParisTech, concours commun Centrale-Supélec, etc.) pourraient mettre en place des cursus de licence spécifiques, constituant un bon prélude à la scolarité offerte par les formations d'ingénieurs de ces écoles.

La conception de ces cursus de licence pourrait s'appuyer sur la proposition formulée par l'AERES dans une récente étude intitulée *Formation universitaire au métier d'ingénieur*⁶², qui préconise la création d'un référentiel fixant les principales caractéristiques souhaitées d'une licence d'ingénierie.

Ces cursus seraient **exemplaires en matière d'innovation, d'implication des étudiants dans la recherche en ingénierie et d'éducation technologique.** Ils

⁶² Rapport d'étude de l'Agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (AERES), *Formation universitaire au métier d'ingénieur*, décembre 2010.

aiguillonneraient ainsi l'évolution des autres formations de niveau post-bac (aussi bien les écoles post-bac que les classes préparatoires).

Ces nouvelles licences au recrutement sélectif constitueraient de plus un vivier de recrutement naturel pour les cursus d'ingénieurs des grandes écoles mais aussi pour d'autres formations de niveau master, induisant une diversification bienvenue des cursus. Elles constitueraient le **cadre idéal pour généraliser l'exemple des conventions ZEP** passées par Sciences Po.

Un premier pas vers les licences d'ingénierie a d'ailleurs peut-être été franchi par l'École polytechnique qui a établi un partenariat avec l'université d'Orsay autour de cursus partagés entre ces deux institutions pour les étudiants de bon niveau issus de certaines licences. Il s'agirait donc bien d'un moyen de « sortir par le haut » de ce débat focalisé autour du pourcentage de boursiers et du caractère discriminant de telle ou telle épreuve de concours⁶³.

Notre proposition

Proposition 10 : Créer des « licences d'ingénierie ». En partenariat avec des universités, créer au sein des grandes écoles, éventuellement regroupées pour l'occasion, des licences donnant la possibilité d'intégrer *via* une filière dédiée (offrant un nombre conséquent de places) le cursus ingénieur des écoles ayant participé à cette création. Le mode de recrutement, bien que sélectif, doit favoriser l'accès à des boursiers en suivant l'exemple de Sciences Po.

⁶³ *L'Express*, « On doit rendre les concours plus justes », interview de Valérie Pécresse du 29 septembre 2010.

PROPOSITIONS

Nos propositions en un coup d'œil

En quelques mots ...

Seuls 5 % des ingénieurs français créeront leur entreprise au cours de leur carrière.

Le MIT produit deux fois plus de brevets avec deux fois moins d'effectifs étudiants que ParisTech.

Dans un contexte de globalisation et d'accélération de l'innovation, les ingénieurs français sont confrontés à de nouveaux défis.

Pour faire face à ces nouveaux enjeux, le recrutement et la formation des ingénieurs doivent désormais valoriser véritablement les comportements innovants et entrepreneuriaux des étudiants et leur offrir des outils, des moyens et un environnement propices au développement de la recherche et de l'innovation de haut niveau. Il en va de la compétitivité de nos écoles, de notre enseignement supérieur et donc de notre pays.

10 propositions pour avoir les meilleurs ingénieurs de demain :

2 propositions pour élargir l'accès aux écoles d'ingénieurs :

- Créer des « licences d'ingénierie »
- Introduire aux concours des épreuves prenant en compte la personnalité des candidats

5 propositions pour enrichir le programme des écoles d'ingénieurs et favoriser la recherche en leur sein :

- Généraliser les cours en anglais et communiquer sur l'internationalisation des écoles
- Intégrer aux cursus des projets inter-écoles
- Autoriser et généraliser les possibilités d'échanges de cours
- Mettre en place des modules « création d'entreprise »
- Créer un véritable doctorat en ingénierie

3 propositions pour dynamiser les campus des écoles d'ingénieurs :

- Créer des centres scientifiques expérimentaux
- Créer des ateliers incubateurs de créativité
- Développer la présence physique des entreprises sur les campus

MÉTHODOLOGIE

Afin de réaliser cette étude, nous avons procédé en quatre étapes :

- Réalisation d'une veille bibliographique et dans la presse, le sujet étant particulièrement repris dans les médias depuis fin 2009.
- Entre avril et août 2010, audit chiffré de grandes écoles d'ingénieurs afin d'identifier un ensemble de bonnes pratiques. Nous ont répondu et nous les en remercions grandement : Agro ParisTech, l'École des mines d'Albi-Carmaux, Arts et Métiers ParisTech, l'Institut national des sciences appliquées de Lyon, Polytech'Nice et Télécom ParisTech.
- Récolte de statistiques auprès de grandes universités étrangères mais également auprès d'ambassades françaises réalisant de la veille technologique.
- Entre août 2010 et novembre 2010, interviews de personnalités qualifiées. Nous remercions de leur intérêt pour notre étude ainsi que de leur disponibilité à répondre à nos questions : Claude Bébéar (président d'honneur du groupe AXA) , Jean-Louis Beffa (président d'honneur de Saint-Gobain et Senior Advisor de la Banque Lazard), François Bourdoncle (co-fondateur d'Exalead), Jean-Lou Chameau (président du California Institute of Technology), Jean Dorey (directeur de l'École centrale de Pékin), Nicole el Karoui (professeur de mathématiques à l'université Pierre-et-Marie-Curie Paris VI), Marion Guillou (PDG de L'INRA et présidente du conseil d'administration de l'École polytechnique), Maxime Marzin (directeur de l'incubateur de Sciences Po, responsable du cursus Entrepreneurs de Sciences Po), Pierre Mogenet (consultant au cabinet Egon Zehnder International), Meriem Ould-Rouis (consultante au cabinet Egon Zehnder International), Bernard Ramanantsoa (directeur général du Groupe HEC), François Taddei (directeur de recherches à l'INSERM et directeur du Centre de recherches interdisciplinaires à l'université Paris-Descartes), Pierre Veltz (PDG du conseil d'administration de l'Établissement public de Paris-Saclay).

ANNEXE

CLASSEMENT DES ÉCOLES D'INGÉNIEURS EN FONCTION DU NOMBRE DE BREVETS DÉPOSÉS DEPUIS 2005

Rang	École	Localisation	Nombre de brevets (période 2005-2010)
1	ESPCI ParisTech	Paris 5	245
2	Grenoble INP	Grenoble	142
3	INPT	Toulouse	132
4	ENSIC	Nancy	100
5	TELECOM PARISTECH	Paris 13	81
6	POLYTECHNIQUE	Palaiseau	75
7	SUPELEC	Gif-sur-Yvette	67
8	ENSC	Mulhouse	58
9	IPB / ENSEIRB	Bordeaux	51
10	ECPM	Strasbourg	45
11	UTC	Compiègne	43
12	INSA	Villeurbanne	42
13	CHIMIE ParisTech	Paris 12	36
14	CHIMIE Montpellier	Montpellier	31
15	TELECOM BRETAGNE	Brest	30
16	CENTRALE LYON	Lyon	29
17	ENSC	Rennes	27
18	POLYTECH'MARSEILLE	Marseille	26
18	ESIP	Poitiers	26
20	ENSI	Caen	24
21	POLYTECH'MONTPPELLIER	Montpellier	22
22	ARTS ET METIERS ParisTech	Paris 13	21
22	POLYTECH'NICE	Sophia-Antipolis	21
24	ENSCI	Limoges	20
24	POLYTECH'ORLEANS	Orléans	20
26	INSA	Rennes	19
27	MINES PARISTECH	Paris 6	18
27	INSA	Toulouse	18
27	UTT	Troyes	18
27	INSTITUT D'OPTIQUE GRADUATE SCHOOL	Palaiseau	18
31	ENSAIA	Vandoeuvre	17
31	INSA	Strasbourg	17

ADAPTER LA FORMATION DES INGÉNIEURS À LA MONDIALISATION

Rang	École	Localisation	Nombre de brevets (période 2005-2010)
33	CPE LYON	Lyon	16
33	GROUPE ISEN	Brest, Lille, Toulon	16
33	POLYTECH'GRENOBLE	Grenoble	16
33	ENSM A	Chasseneuil	16
33	POLYTECH'SAVOIE	Annecy	16
38	MINES DE SAINT ETIENNE	Saint-Etienne	15
38	TELECOM SUDPARIS	Evry	15
40	CENTRALE PARIS	Antony	14
40	ENIB	Brest	14
42	ENSEM	Vandœuvre	12
43	ISAE	Toulouse	11
43	CENTRALE NANTES	Nantes	11
43	ENSTA PARISTECH	Paris 15	11
43	ESIEE	Noisy-le-Grand	11
43	EFREI	Villejuif	11
48	CENTRALE LILLE	Lille	10
48	POLYTECH'TOURS	Tours	10
48	ISEP	Paris 6	10
51	POLYTECH'PARIS	Paris 5	9
51	CENTRALE MARSEILLE	Marseille	9
51	ENSIL	Limoges	9
51	ESBS	Strasbourg	9
55	MINES D'ALBI CARMAUX	Albi	8
55	ENSMM	Besançon	8
55	ENSAIT	Roubaix	8
58	MINES DE NANCY	Nancy	7
58	ENISE	Saint-Etienne	7
58	ECOLE LOUIS DE BROGLIE / ECAM	Rennes	7
58	ISIFC	Besançon	7
62	ECOLE DES PONTS ParisTech	Marne-la-Vallée	6
62	INSA	Rouen	6
62	SUP'GALILEE	Paris 13	6
62	IFMA	Clermont-Ferrand	6
62	EPF	Sceaux	6
67	ENSCP B	Pessac	5
67	UTBM	Belfort	5
67	ENSEA	Cergy	5

Rang	École	Localisation	Nombre de brevets (période 2005-2010)
67	ISMANS	Le Mans	5
71	AGROPARISTECH	Paris 5	4
71	ESIAL	Villers-lès-Nancy	4
71	ISAT	Nevers	4
71	EPMI	Cergy	4
71	EBI	Cergy	4
76	MINES DE NANTES	Nantes	3
76	POLYTECH'NANTES	Nantes	3
76	ENSCLE	Villeneuve-d'Ascq	3
76	ENSTIB	Epinal	3
76	AGROSUP	Dijon	3
76	ESME	Ivry	3
76	ECE	Paris 7	3
83	ENSSAT	Lannion	2
83	MINES D'ALES	Alès	2
83	ENTPE	Vaulx-en-Velin	2
83	LASALLE BEAUVAIS	Beauvais	2
83	ISIMA	Aubière	2
83	EISTI	Cergy	2
83	HEI	Lille	2
83	ESEO	Angers, Dijon, Paris	2
83	ESITPA	Mont-Saint-Aignan	2
83	ESTACA	Levallois-Perret	2
83	EI ISPA	Alençon	2
94	ENSIAME	Valenciennes	1
94	ICAM	Lille	1
94	ENSG	Vandœuvre	1
94	ESTIA	Bidart	1
94	EEIGM	Nancy	1
94	ENITAB	Bordeaux	1
94	ECAM	Lyon	1
94	ESIEA	Ivry, Paris, Laval	1
94	EIPC	Longuesse	1
94	ESAIP	St-Barthelemy-d'Anjou	1
94	ESTBB	Bordeaux	1

Source : Palmarès 2010 des écoles d'ingénieurs qui déposent des brevets, mai 2010 (www.industrie.com).

LES PUBLICATIONS DE L'INSTITUT MONTAIGNE

- « Vous avez le droit de garder le silence... »
Comment réformer la garde à vue
Kami Haeri (décembre 2010)
- Gone for Good? Partis pour de bon ?
Les expatriés de l'enseignement supérieur français aux États-Unis
Ioanna Kohler (novembre 2010)
- 15 propositions pour l'emploi des jeunes et des seniors (septembre 2010)
- Afrique - France. Réinventer le co-développement (juin 2010)
- Vaincre l'échec à l'école primaire (avril 2010)
- Pour un Eurobond. Une stratégie coordonnée pour sortir de la crise
Frédéric Bonneval (février 2010)
- Réforme des retraites : vers un big-bang ?
Jacques Bichot (mai 2009)
- Mesurer la qualité des soins
Denise Silber (février 2009)
- Ouvrir la politique à la diversité
Eric Keslassy (janvier 2009)
- Engager le citoyen dans la vie associative (novembre 2008)
- Comment rendre la prison (enfin) utile (septembre 2008)
- Infrastructures de transport : lesquelles bâtir, comment les choisir ?
(juillet 2008)
- HLM, parc privé
Deux pistes pour que tous aient un toit
Gunilla Björner (juin 2008)
- Comment communiquer la réforme (mai 2008)
- Après le Japon, la France...
Faire du vieillissement un moteur de croissance
Romain Geiss (décembre 2007)
- Au nom de l'Islam...
Quel dialogue avec les minorités musulmanes en Europe ?
Antonella Caruso (septembre 2007)

- L'exemple inattendu des Vets
Comment ressusciter un système public de santé
Denise Silber (juin 2007)
- Vademecum 2007-2012
Moderniser la France (mai 2007)
- Après Erasmus, Amicus
Pour un service civique universel européen (avril 2007)
- Quelle politique de l'énergie pour l'Union européenne ? (mars 2007)
- Sortir de l'immobilité sociale à la française
Anna Stellingner (novembre 2006)
- Avoir des leaders dans la compétition universitaire mondiale (octobre 2006)
- Comment sauver la presse quotidienne d'information (août 2006)
- Pourquoi nos PME ne grandissent pas
Anne Dumas (juillet 2006)
- Mondialisation : réconcilier la France avec la compétitivité (juin 2006)
- TVA, CSG, IR, cotisations...
Comment financer la protection sociale
Jacques Bichot (mai 2006)
- Pauvreté, exclusion : ce que peut faire l'entreprise (février 2006)
- Ouvrir les grandes écoles à la diversité (janvier 2006)
- Immobilier de l'État : quoi vendre, pourquoi, comment (décembre 2005)
- 15 pistes (parmi d'autres...) pour moderniser la sphère publique
(novembre 2005)
- Ambition pour l'agriculture, libertés pour les agriculteurs (juillet 2005)
- Hôpital : le modèle invisible
Denise Silber (juin 2005)
- Un Contrôleur général pour les Finances publiques (février 2005)
- Mondialisation et dépossession démocratique : le syndrome du gyroscope
Luc Ferry (décembre 2004)
- Cinq ans après Lisbonne : comment rendre l'Europe compétitive
(novembre 2004)
- Ni quotas, ni indifférence : l'entreprise et l'égalité positive
Laurent Blivet (octobre 2004)

- Pour la Justice (septembre 2004)
- Régulation : ce que Bruxelles doit « vraiment » faire (juin 2004)
- Couverture santé solidaire (mai 2004)
- Engagement individuel et bien public (avril 2004)
- Les oubliés de l'égalité des chances (janvier 2004 - Réédition septembre 2005)
- L'hôpital réinventé (janvier 2004)
- Vers un impôt européen ? (octobre 2003)
- Compétitivité et vieillissement (septembre 2003)
- De « la formation tout au long de la vie » à l'employabilité (septembre 2003)
- Mieux gouverner l'entreprise (mars 2003)
- L'Europe présence (tomes 1 & 2) (janvier 2003)
- 25 propositions pour développer les fondations en France (novembre 2002)
- Vers une assurance maladie universelle ? (octobre 2002)
- Comment améliorer le travail parlementaire (octobre 2002 – épuisé)
- L'articulation recherche-innovation (septembre 2002 – épuisé)
- Le modèle sportif français : mutation ou crise ? (juillet 2002 – épuisé)
- La sécurité extérieure de la France face aux nouveaux risques stratégiques (mai 2002)
- L'Homme et le climat (mars 2002)
- Management public & tolérance zéro (novembre 2001)
- Enseignement supérieur : aborder la compétition mondiale à armes égales ? (novembre 2001 – épuisé)
- Vers des établissements scolaires autonomes (novembre 2001 – épuisé)

Les publications peuvent être obtenues auprès
du secrétariat de l'Institut (Tél. : 01 58 18 39 29)
et sont également téléchargeables sur le site internet :
www.institutmontaigne.org

INSTITUT MONTAIGNE



GDF Suez
The Boston Consulting Group
Axa
Cremonini
Carrefour
Areva
Rallye – Casino
Allianz
Air France KLM
Servier Monde
Groupama
Bouygues
BNP Paribas
Development Institute International - Dii
BPCE
Bolloré
STMicroelectronics
SNCF Groupe
McKinsey & Company
Lazard Frères
Michel Tudel & Associés
EADS
Egon Zehnder International
Pierre & Vacances
LVMH – Moët-Hennessy – Louis Vuitton
Schneider Electric
Barclays Private Equity
Caisse des Dépôts
APC – Affaires Publiques Consultants
Groupe Dassault
Eurazeo
Linedata Services
RTE Réseau de Transport d'Electricité
HSBC France
Tecnet Participations

SOUTIENNENT L'INSTITUT MONTAIGNE

INSTITUT MONTAIGNE



CNP Assurances
SFR
RATP
PricewaterhouseCoopers
Rothschild & Cie
Sodexo
VINCI
abertis
JeantetAssociés
The Royal Bank of Scotland France
BearingPoint
Veolia Environnement
Capgemini
GE Money Bank
Association Passerelle
International SOS
Ondra Partners
Sanofi-aventis
Voyageurs du monde
Vivendi
Média-Participations
KPMG S.A.
sia conseil
Assemblée des Chambres Françaises de Commerce et d'Industrie
Tilder
M6
Wendel Investissement
Total
Davis Polk & Wardwell
3i France
august & debouzy avocats
Mercer
WordAppeal
Ricol, Lasteyrie et Associés

SOUTIENNENT L'INSTITUT MONTAIGNE

Imprimé en France
Dépôt légal : février 2011
ISSN : 1771-6756
Achévé d'imprimer en février 2011

INSTITUT MONTAIGNE



COMITÉ DIRECTEUR

Claude Bébéar Président

Henri Lachmann Vice-président et trésorier

Nicolas Baverez Économiste, avocat

Jacques Bentz Président, Tecnet Participations

Guy Carcassonne Professeur de droit public, Université Paris Ouest Nanterre La Défense

Christian Forestier Administrateur général, Cnam

Michel Godet Professeur, Cnam

Françoise Holder Présidente du Conseil de surveillance, Paul et administrateur, Groupe Holder

Ana Palacio Ancienne ministre espagnole des Affaires étrangères

Jean-Paul Tran Thiet Avocat associé, White & Case

Philippe Wahl Directeur général France, Belgique et Luxembourg, RBS

Lionel Zinsou Président, PAI partners

PRÉSIDENT D'HONNEUR

Bernard de La Rochefoucauld Fondateur, Institut La Boétie

CONSEIL D'ORIENTATION

PRÉSIDENT

Ezra Suleiman Professeur, Princeton University

Henri Berestycki Mathématicien, EHESS et université de Chicago

Loraine Donnedieu de Vabres Avocate, associée gérante, JeantetAssociés

Roger-Pol Droit Philosophe ; chercheur, CNRS

Jean-Paul Fitoussi Professeur des Universités, Sciences Po ; président, OFCE

Marion Guillou Présidente, INRA ;
présidente du Conseil d'administration, École polytechnique

Pierre Godé Vice-président, Groupe LVMH

Sophie Pedder Correspondante à Paris, *The Economist*

Guillaume Pepy Président, SNCF

Hélène Rey Professeur d'économie, London Business School

Laurent Bigorgne Directeur

INSTITUT MONTAIGNE



IL N'EST DÉSIR PLUS NATUREL QUE LE DÉSIR DE CONNAISSANCE

Adapter la formation de nos ingénieurs à la mondialisation

Acteurs majeurs de l'innovation et piliers de la compétitivité de notre pays, les ingénieurs doivent être capables de développer des idées originales et de les mettre en œuvre sur le marché. Or, à peine 5% des ingénieurs créent leur entreprise au cours de leur carrière. Frilosité face à l'entrepreneuriat, difficulté à faire naître l'innovation, manque d'aptitudes managériales, cursus trop cloisonnés... La globalisation bouscule et questionne de plus en plus les modèles de formation de nos élites et la course effrénée à l'innovation impose que la recherche fondamentale soit réellement au cœur de l'enseignement supérieur. Comment former aujourd'hui les jeunes ingénieurs qui seront demain les acteurs des succès de la France ?

Pour faire face à ces nouveaux enjeux, cette Étude propose dix pistes concrètes pour valoriser les comportements innovants et entrepreneuriaux des ingénieurs, leur offrir des outils, des moyens ainsi qu'un environnement propices au développement de la recherche et de l'innovation de haut niveau. Il en va de la compétitivité de notre pays et du rôle qu'il entend jouer dans la mondialisation.

Institut Montaigne

38, rue Jean Mermoz - 75008 Paris

Tél. +33 (0)1 58 18 39 29 - Fax +33 (0)1 58 18 39 28

www.institutmontaigne.org - www.desideespourdemain.fr

10 €

ISSN 1771-6756

Février 2011