

L e s R e n c o n t r e s
F u t u R I S

La contribution des (grandes) écoles d'ingénieurs
à la performance du système français de recherche et
d'innovation

par

Pierre VELTZ

*Directeur de l'Institut des hautes études du
développement et de l'aménagement des territoires
européens (Ihedate)*

Séance du Mardi 29 janvier 2008

Compte rendu rédigé par Elisabeth Bourguinat

Étaient présents : Pierre Bitard (ANRT), Élisabeth Bourguinat (rédactrice free-lance), Nadège Bouquin (ANRT-Futuris), Henri Catz (CFDT), Vincent Charlet (ANRT), Sylvie Court (ANRT), Bernard David (CEA), Véronique Debisschop (INRA), Jérôme Fontaine (ANRT), Sarah Fornier (ANRT), Pierre Papon (Futuris-ESPC), Catherine Raffour (ANRT), Denis Randet (ANRT), Germain Sanz (ANRT).

Exposé de Pierre VELTZ

Quand on discute du devenir des grandes écoles, on est généralement pris entre deux feux : d'un côté, le discours apologétique – « *Que deviendrait la France sans les grandes écoles ?* » – généralement tenu par ceux qui sont issus de ces formations, et exaspérant pour les autres ; de l'autre, un discours excessivement critique : « *L'arrogance des polytechniciens et des énarques est la source de tous nos malheurs. Il faut supprimer les grandes écoles et tout ira mieux* ». Entre ces avis très tranchés, il est difficile de trouver une ligne médiane.

Un témoignage tiré d'un parcours personnel

J'ai essayé, dans mon ouvrage¹, de proposer une critique raisonnable et constructive du système des grandes écoles. Il ne s'agit pas une étude scientifique, mais plutôt d'un témoignage issu de ma propre expérience. Ingénieur de formation, devenu chercheur en sciences humaines, j'ai d'abord travaillé dans le domaine de la planification urbaine, à l'Équipement et à la SCET (Société centrale pour l'équipement du territoire). Au début des années 80, je suis devenu enseignant à l'École nationale des Ponts et Chaussées. J'ai constaté que la recherche y était réduite à presque rien : le Ministère estimait que compte tenu de l'existence du LCPC (Laboratoire central des Ponts et chaussées) et de l'INRETS (Institut National de Recherche sur les Transports

et leur Sécurité), il n'y avait pas lieu d'y créer des laboratoires supplémentaires. Nous avons cependant réussi à créer ex nihilo une dizaine de laboratoires à l'ENPC, en partenariat avec d'autres institutions.

Pendant les années 90, j'ai créé et animé le LATTS (Laboratoire Techniques Territoires Sociétés), un laboratoire pluridisciplinaire de sciences sociales s'intéressant à la transformation des entreprises et des structures territoriales. De 1999 à 2003, j'ai dirigé l'École des Ponts et Chaussées et lancé le projet de fusion entre cette école, l'École des Mines de Paris et l'ENSTA. J'ai également présidé ParisTech, fédération des dix principales écoles d'ingénieurs parisiennes. À l'heure actuelle, je suis enseignant-chercheur à l'École des Ponts et à Science Po et je dirige l'IHEDATE (Institut des hautes études pour le développement et l'aménagement des territoires en Europe).

Mon témoignage se fonde sur cette expérience, limitée aux grandes écoles d'ingénieurs parisiennes, dites de premier rang. Entre temps, de nombreuses écoles se sont développées au sein des universités, les classes préparatoires se sont multipliées et le système des grandes écoles s'est fortement diversifié : mon propos ne concerne qu'une petite partie du système.

¹ *Faut-il sauver les grandes écoles ? De la culture de la sélection à la culture de l'innovation*, Presses de Sciences Po, 2007.

Des formations de qualité

La formation délivrée dans les grandes écoles d'ingénieurs me paraît globalement de grande qualité, ce qui n'était pas toujours le cas dans les années 60 et 70. Elle est en phase avec notre époque par son caractère généraliste : compte tenu de l'évolutivité des technologies, les ingénieurs doivent disposer de bonnes formations de base leur permettant de s'adapter continuellement aux nouveaux métiers.

Cette orientation généraliste, très caractéristique de la culture d'ingénieur française, a été voulue dès la création de ces écoles, dans les années qui ont suivi la Révolution. Plutôt que de former des ingénieurs à des sciences et techniques très pointues, l'objectif était de leur donner l'outillage mathématique qui leur permettrait d'apporter de l'ordre dans le chaos des choses de ce monde. Il y a quinze ans, l'École polytechnique de São Paulo, sans doute la meilleure de toute l'Amérique latine, imposait encore à ses élèves de choisir leur spécialité dès la première année. Elle s'est employée à assouplir ce système en s'inspirant du modèle français. Il y a quelques années, je me suis rendu à Singapour afin de signer un accord de double diplôme avec la National University. Celle-ci était en train de refondre ses formations d'ingénieur en rapprochant le département d'ingénierie des départements de maths et de physique, et en créant des troncs communs généralistes pour donner plus de flexibilité aux élèves. Cette nouvelle orientation se rapprochait, là encore, du modèle français.

Je serais favorable à ce que cette orientation généraliste soit encore renforcée. Les ingénieurs se sont longtemps répartis en grands blocs correspondant aux différents génies : la

mécanique, l'électricité, l'électronique, la chimie, etc. À l'avenir, on ira sans doute vers une déspecialisation des filières professionnelles et vers la multiplication des formations doubles. Nous aurons besoin d'ingénieurs architectes pour construire des bâtiments toujours plus technologiques, des ingénieurs médecins pour intervenir dans des salles d'opération qui sont désormais des usines ultramodernes, des ingénieurs artistes pour travailler dans l'industrie du divertissement, à l'exemple de ce qui se fait au Media Lab, etc. J'imagine que dans quelques années, on trouvera trois grands profils d'ingénieurs : des ingénieurs très spécialisés, des ingénieurs ensembliers et des ingénieurs hybrides, c'est-à-dire avec une double formation. Les enseignements délivrés dans les grandes écoles françaises me semblent globalement permettre une telle évolution.

Des élèves qui travaillent trop peu

Malheureusement, les élèves ingénieurs ne profitent pas autant qu'on pourrait le souhaiter de cette offre de formation. En raison de l'organisation du cursus des grandes écoles, il est très difficile de les faire travailler une fois qu'ils ont été admis. Un dessin humoristique montrait un jeune homme sautant à la perche et retombant sur un mol édredon portant les mots « grande école ». Cette image me paraît résumer très bien la situation.

Pour les enseignants, il est extrêmement frustrant d'être confrontés à des jeunes gens estimant que le diplôme s'obtient à l'entrée et non à la sortie de l'école. C'est particulièrement vrai pour les élèves de première année : il faut quasiment employer la méthode forte pour les mettre au travail. Je m'y étais attelé lorsque je dirigeais l'École des Ponts, et je me flatte d'avoir un peu réussi. La rumeur s'était

répandue qu'on travaillait plus qu'ailleurs dans cette école, et certains me le reprochaient : « *Les candidats ne vont plus choisir les Ponts !* ». J'estimais que nous n'avions aucun besoin d'élèves ne voulant pas faire d'efforts.

Lorsque Laurent Schwartz a commencé à réfléchir à la réforme de l'X, au début des années 70, il était révolté par cet état de fait : « *Ce sont les meilleurs étudiants de France, et ils ne fichent rien !* ». Sans doute la solution consisterait-elle à ne pas accorder systématiquement le diplôme à la sortie de l'école, mais c'est difficile à envisager, compte tenu du système des classes préparatoires et de ce que les élèves doivent endurer pour être admis.

La prééminence du modèle déductif

La formation délivrée dans les écoles d'ingénieur me semble pâtir d'une caractéristique bien française, la prééminence du modèle déductif, qui consiste à partir systématiquement du général pour aller au particulier. Il est absurde de devoir attendre la troisième année pour apprendre à calculer la flexion d'une poutre sur deux appuis. À l'Ecole des Ponts, nous nous sommes efforcés de mettre en place une pédagogie plus innovante, où l'on apprend en faisant. Savoir utiliser des modèles mathématiques complexes est important, à condition de ne pas perdre le contact avec le réel.

Un de mes prédécesseurs à l'Ecole des Ponts, Bernard Hirsch, avait été frappé par l'approche beaucoup plus concrète des universités anglaises. On distribuait aux élèves de la colle et des paquets de spaghettis et on leur demandait de construire des structures et d'observer en quel point elles cassaient. Nous avons créé à l'Ecole des Ponts, avec l'Ecole

d'architecture voisine, un atelier structure associant des élèves de cette dernière, ce qui a provoqué chez nos élèves des réactions contrastées. Certains (rares, heureusement) protestaient : « *Je n'ai pas passé les concours pour venir coller du balsa avec des analphabètes en maths* ». Pour d'autres, c'était une révélation : « *Non seulement ils sont plus habiles que nous pour coller du balsa, mais ils sont beaucoup plus créatifs* ».

L'aversion à la prise de risque

Les formations françaises souffrent d'un autre travers : elles développent l'aversion à la prise de risque. La leçon principale que les élèves retiennent de leur cursus depuis la classe maternelle est qu'ils n'ont pas droit à l'erreur. Ils savent que s'ils ont intégré une grande école, c'est qu'ils n'ont jamais dévié de leur objectif, jamais été malades, et ne sont jamais sortis d'un circuit très balisé. Ce sont les survivants d'un incroyable parcours d'obstacles et ils en ont conservé la terreur de l'échec.

Ils imaginent que le monde professionnel est construit de la même façon et qu'il faut se garder de se tromper dans l'enchaînement des expériences et des formations : si l'on commet une erreur d'aiguillage, on risque d'être rejeté par le système. Ils déploient donc une intelligence stratégique extraordinaire pour choisir leur voie, avec des hésitations à n'en plus finir pour savoir si tel stage est préférable à tel autre. Ce comportement stratégique s'étend même aux activités extrascolaires.

Le système des grandes écoles est indiscutablement très performant en tant que cabinet de recrutement pour les entreprises du CAC 40, d'autant plus qu'il est financé par le contribuable. Comment

le transformer en pôle d'innovation au service de l'économie de la connaissance ? Tel est, à mes yeux, le défi qui nous attend, et qui réclame un certain nombre de mesures.

Améliorer la visibilité des écoles et l'accueil des étudiants étrangers

Beaucoup d'anciens élèves des grandes écoles ont été choqués par les classements publiés à l'étranger. Chacun connaît les limites et les travers de ces classements, mais ils ont cependant eu le mérite de « réveiller » l'opinion publique. Beaucoup d'entre nous étaient déjà conscients du problème, en particulier un certain nombre de directeurs de ces grandes écoles, mais cette conscience n'était pas assez partagée.

Quand on se rend à l'étranger, on constate très vite la faible notoriété de nos grandes écoles. Leurs effectifs réduits leur donnent une très médiocre visibilité et les subtilités qui les différencient entre elles sont parfaitement illisibles pour les non initiés. On peut comparer le système des grandes écoles à celui des AOC des vins français, connus d'une poignée de spécialistes et pas toujours à la hauteur de leur réputation, quand les vins californiens sont produits sous des marques et une garantie de qualité.

Le système de grandes écoles relève d'une économie de marques, comme le luxe. Encore faudrait-il que ces marques soient connues et reconnues internationalement. Il est crucial pour elles d'exister sur la carte mentale des élites de demain, celles des pays émergents. Aujourd'hui, incontestablement, les écoles françaises n'y figurent pas. N'importe quel jeune Chinois, Indien, Indonésien ou Africain brillant connaît les noms des grands phares mondiaux que sont Harvard ou

Stanford. Il connaît aussi les marques de luxe françaises, mais il n'a aucune idée de nos écoles. Dans le cadre de ParisTech, nous avons mis en place un système d'accueil d'étudiants chinois en partenariat avec les dix meilleures universités chinoises. À l'occasion d'une réunion de début d'année, j'ai tenu aux 150 étudiants chinois le discours classique, en leur expliquant qu'ils étaient l'élite de la jeunesse chinoise. À la fin de mon discours, un des étudiants est venu me voir : « *Ce que vous avez dit n'est pas tout à fait juste. Nous sommes de bons étudiants, mais nous ne sommes pas les meilleurs : les meilleurs vont aux Etats-Unis.* »

Il y a deux raisons à cela. La première est qu'un diplôme de second ordre au MIT ou à Harvard fait plus *chic* qu'un diplôme de l'Ecole de Ponts et Chaussées, dont le nom se traduit en chinois par *Ecole des cantonniers* (sans parler des Mines, label en général très peu valorisé, sauf peut-être au Chili). La seconde raison est la nature de l'accueil. Quand un étudiant chinois arrive en France, il doit se débrouiller seul pour trouver un logement, ce qui est extrêmement difficile en région parisienne. Quand il est admis au MIT, on lui propose un logement sur le campus. Nous avons créé un petit dispositif d'accueil à l'Ecole des Ponts, mais sans pouvoir faire de miracle, car le déficit de logements étudiants en région parisienne est catastrophique.

Trois problèmes de fond liés à la question de la taille

Certains estiment que le problème de visibilité des grandes écoles françaises pourrait être résolu par un effort de communication. Mais la question de la taille ne se réduit pas à celle de la visibilité. Elle pose trois problèmes de fond.

Redondances et gaspillage de ressources

Le premier est celui des redondances et du gaspillage de ressources qu'entraîne la petite taille de ces écoles. Dans chacune d'entre elles, des professeurs éminents enseignent les mêmes matières à des groupes de cent étudiants. Plus les cursus se spécialisent, plus les effectifs se réduisent, et dans certaines matières, les professeurs en sont réduits à chercher des élèves qui veillent bien assister à leurs cours.

Un écosystème pauvre

Quand on se rend dans les universités les plus prestigieuses à l'étranger, on est immédiatement frappé par la richesse de leur écosystème : sur les panneaux d'affichage, vous trouvez pour la même journée cinquante annonces de conférences auxquelles vous aimeriez assister. À l'École des Ponts ou à l'École des Mines, il n'y a qu'une conférence intéressante tous les deux jours. Non seulement la diversité est insuffisante au sein de chaque école, mais les échanges croisés sont impossibles. En dépit de la structure ParisTech, un élève de l'École des Mines n'a pas toujours la possibilité d'aller suivre des cours aux Ponts.

Une faible capacité stratégique de redéploiement

Le troisième problème de fond est celui de la faible capacité stratégique de redéploiement. Lorsque des domaines nouveaux apparaissent, via un tournant technologique ou une mutation sociale, nos écoles n'ont pas la taille critique pour organiser les nouveaux enseignements correspondants. Il y a une dizaine d'années, l'École Polytechnique fédérale de Lausanne a établi un plan stratégique en se fondant sur l'identification de besoins émergents, par exemple le besoin d'interfaces entre les technologies du vivant et les technologies d'ingénieurs traditionnelles. Des départements de bio ingénierie ou encore de robotique médicale ont été créés ; la présidence exécutive de l'école a été confiée à un médecin, alors que depuis de nombreuses années, elle était assurée en alternance par un professeur de génie civil ou un professeur de génie mécanique. Pourrait-on imaginer un tel scénario dans notre École polytechnique ?

Pas de contact avec l'innovation technologique

La faible capacité de redéploiement de nos écoles a certainement joué un rôle dans le fait que la France a manqué le virage des biotechnologies comme elle avait manqué celui de l'informatique.

Quand j'étais à l'X, jamais je n'ai entendu parler, dans le cadre de l'enseignement de l'école, de deux disciplines qui étaient en train de se structurer, l'informatique et la biologie moléculaire. Avec quelques camarades de l'X, je suis allé rencontrer François Jacob, qui venait de recevoir avec Jacques Monod et André Lwoff le prix Nobel de médecine pour leurs recherches sur le rôle de l'ARN messager. Je n'ai finalement pas suivi cette voie, mais Pierre Tambourin s'est passionné pour ces questions et a entrepris des études de

médecine. De mon côté, déçu de constater qu'on ne nous apprenait rien non plus en matière d'informatique, je suis allé m'inscrire à la fac de sciences pour suivre les cours de Marco Schutzenberger, un des grands pionniers de l'informatique théorique en France.

Le même phénomène s'observe actuellement : les élèves des grandes écoles ne sont pas mis au contact de « la science en train de se faire », ni des grandes aventures technologiques d'aujourd'hui, à l'exception sans doute des maths et de la finance, car ces disciplines ne nécessitent pas d'autre équipement que des ordinateurs. Si un de nos élèves est curieux, brillant, créatif, et qu'il s'intéresse aux technologies actuelles, il vaudrait sans doute mieux qu'il entre au MIT plutôt que de rester dans nos grandes écoles.

Peu de créateurs d'entreprises innovantes

La conséquence de ce phénomène est évidente. Comme l'a constaté Suzanne Berger dans son étude sur le plateau de Saclay, on ne trouve pratiquement pas d'élèves des grandes écoles dans les laboratoires ni à la tête des PME technologiques. L'écosystème des grandes écoles n'est pas assez riche ni assez tourné vers la science et les technologies actuelles, et la formation reçue par les élèves développe leur aversion au risque et ne les pousse pas assez vers la recherche ou l'entrepreneuriat. J'ai discuté récemment avec un normalien qui avait créé une société dans le secteur informatique : *« Comme j'étais un brillant sujet à l'école, j'ai mis cinq ans à me déprogrammer. Un bon élève est celui qui répond bien aux questions qu'on lui pose. Un bon entrepreneur est quelqu'un qui*

invente de nouvelles questions. C'est très différent. »

Au Media Lab, même un étudiant de master, qui n'est pas encore diplômé, peut obtenir une bourse de 50 000 dollars et utiliser les ressources de l'institution (machines-outils et techniciens) pour monter un projet. En France, ce serait inimaginable. Les élèves sont d'autant moins incités à créer des entreprises qu'ils sont assurés de se voir proposer un choix d'emplois intéressants et bien rémunérés à la sortie de l'école. Le montant des salaires désormais offerts par le monde de la finance a encore aggravé la situation : un élève qui voudrait se tourner vers la recherche avec l'objectif de créer une entreprise technologique doit accepter d'être payé cinq à dix fois moins que ceux qui entreprennent une carrière dans la finance. Les candidats ne sont pas légion.

Les quatre modèles de l'innovation

J'ai identifié quatre modèles d'innovation. Le premier est le modèle du grand projet, du type programme nucléaire ou A 380. C'est le plus adapté à la culture française : l'objectif est bien défini, et il suffit de résoudre les problèmes, souvent très difficiles, qui font obstacle.

Le deuxième modèle est celui de l'innovation incrémentale, destinée à améliorer des produits et process existants. Dans ce domaine également, les Français sont assez performants.

Le troisième modèle est celui de l'innovation combinatoire, qui se développe beaucoup actuellement. Pour fabriquer un téléphone mobile, il faut assembler de nombreux composants mais aussi des cultures différentes, par exemple en associant des démarches marketing à des approches ingénieurs. Les

grandes industries françaises, y compris la sidérurgie, sont désormais familiarisées avec ce modèle.

Mais un quatrième modèle est en train d'émerger. Il ne s'agit plus de résoudre des problèmes clairement identifiés ni de combiner des éléments existants, mais d'explorer des pistes nouvelles dans des univers complexes. Ce modèle s'applique particulièrement aux biotechnologies et à l'informatique, dans lesquels on ne peut pas recourir aux méthodes d'optimisation classiques : on est obligé de procéder de façon « darwinienne » par essais et erreurs.

Cette démarche prend complètement à rebours notre culture française, et elle ne peut donner des résultats que dans un écosystème d'une très grande richesse, mobilisant un spectre d'activités qui vont de la recherche fondamentale aux activités concurrentielles, et organisées autour de plateformes qui sont généralement de grandes universités de recherche. Or si le système universitaire américain est parfaitement adapté à ce modèle d'innovation, le système universitaire français l'est beaucoup moins, car les universités ne disposent pas toujours des moyens managériaux et financiers pour jouer ce rôle. J'ai la

conviction que les grandes écoles françaises, compte tenu de leurs liens privilégiés avec les grandes entreprises, pourraient contribuer à remplir cette fonction si elles étaient moins dispersées qu'aujourd'hui et si elles s'alliaient davantage avec les universités.

Conclusion

J'ai beaucoup insisté sur les critiques qui sont faites aux grandes écoles. On pourrait y ajouter l'absence de diversité sociale : 90 % des élèves des grandes écoles (du groupe X, Mines, ponts, etc.) ont des parents cadres supérieurs et parisiens, ce qui est choquant du point de vue éthique, mais aussi du point de vue de l'indispensable diversité culturelle. Le seul moyen qu'on ait trouvé de réintroduire cette diversité consiste à augmenter les admissions d'étrangers et les recrutements sur titre à l'université.

En dépit de toutes ces critiques, je suis cependant relativement optimiste sur l'avenir des grandes écoles : une prise de conscience s'est faite, des sujets qui n'auraient jamais pu être abordés il y a quelques années le sont aujourd'hui, et les choses commencent à bouger.

DÉBAT

La théorie et la pratique

Un intervenant : *Il y a une quinzaine d'années, j'ai eu l'occasion de visiter le laboratoire de métallurgie de l'université de Cambridge. Mon guide m'a fait traverser une énorme salle de machines-outils. Comme je lui demandais, un brin narquois, si les élèves devaient apprendre à usiner, il m'a expliqué qu'ils utilisaient ces machines-outils avec l'aide de compagnons pour réaliser des travaux pratiques. Cette année-là, l'objectif était de construire une sphère selon un cahier des charges précis : elle devait supporter 60 Bar, résister à 1 million de cycles, etc. Les résultats des différentes équipes étaient affichés au tableau. La sphère de la première équipe avait tenu jusqu'à 120 Bar, celle de la seconde avait résisté à 10 millions de cycles. Je supposais que c'était l'équipe gagnante. « Pas du tout », me répondit mon guide. « L'équipe gagnante a fabriqué une sphère qui a cassé à 70 Bars et n'a tenu que pendant 2 millions de cycles, mais c'est elle qui avait le meilleur coût de revient ». Très admiratif, j'ai essayé de convaincre mes collègues d'adopter ce genre de pédagogie. Ils m'ont répondu qu'en effet c'était admirable.*

Int. : *On ne peut pas dire que l'absence de travaux pratiques soit une spécificité des grandes écoles : c'est également vrai dans les universités. J'ai enseigné dans un DEA à Jussieu, et les étudiants avaient très peu de pratique de laboratoire. La propension française à préférer la théorie à la pratique et les modélisations mathématiques au réel explique certainement que nous soyons si en retard dans les biotechnologies.*

Docteurs et ingénieurs

Int. : *Quand un polytechnicien se présente à un employeur aux Etats-Unis et décline avec fierté son pedigree, l'employeur lui répond : « Je ne sais pas ce que c'est que Polytechnique. Chez moi, tous les ingénieurs ont un PhD. Passez un PhD et revenez me voir ». En France, c'est le contraire : tout le monde sait ce qu'est un ingénieur de telle ou telle école, et personne ne fait confiance à un docteur d'université. Or, paradoxalement, beaucoup d'industriels se plaignent que les ingénieurs aient plus de compétences gestionnaires que de compétences scientifiques et techniques.*

Pierre Veltz : Cela fait vingt ans qu'on parle de revaloriser le diplôme de docteur. Je suis convaincu que l'internationalisation du marché des emplois va faire évoluer les choses. Lorsque les ingénieurs s'apercevront qu'un titre de docteur est indispensable à l'international, ils se débrouilleront pour l'obtenir. Cela dit, il ne faudra pas le distribuer n'importe comment. Certains collègues des Ponts me suggéraient de donner automatiquement le titre de docteur aux corpsards, « *puisque'ils ont le niveau bac + 8* ». Je m'y suis opposé, car le nombre d'années d'étude n'est pas tout : les corpsards n'ont généralement pas la moindre idée de ce qu'est la recherche. La plupart des élèves des grandes écoles s'en font une idée caricaturale : ils croient qu'elle consiste à résoudre des problèmes bien posés dans un univers sous contrôle, alors qu'il s'agit d'une démarche créative et parfois chaotique. L'autre aspect crucial

est celui des rémunérations. Tant que les bourses de thèses seront aussi faibles, comparées aux salaires d'embauche des ingénieurs, tous les beaux discours sur l'importance du doctorat pour les ingénieurs resteront lettre morte.

La question des salaires

Int. : Les employeurs ont leur part de responsabilité dans le désintérêt des ingénieurs pour les sciences et les techniques, compte tenu des salaires extrêmement élevés qu'ils offrent aux financiers et aux gestionnaires.

Int. : D'après ma propre expérience et ce que j'ai pu constater dans d'autres entreprises, s'il est vrai qu'au départ, les salaires proposés dans ces métiers sont supérieurs, la différence se réduit fortement après quelques années. L'analyse menée récemment par le journal L'Expansion sur le salaire des cadres montre qu'après le directeur général, c'est le directeur de la R&D qui est le mieux payé et non le directeur financier. J'ai par ailleurs mené une enquête, dans mon entreprise, sur le devenir des chercheurs une fois qu'ils avaient quitté la recherche. J'ai constaté qu'ils étaient mieux lotis que d'autres dans la suite de leur carrière.

Rattacher les grandes écoles aux universités ?

Int. : Le directeur de l'UFR de physique à Tolbiac a proposé récemment de rattacher chaque grande école à une université, tout en lui laissant son autonomie et sa sélectivité. On ne dirait plus « L'Ecole centrale », mais « L'Ecole centrale de l'Université N ». Qu'en pensez-vous ?

P. V. : L'Ecole des Ponts a été intégrée, avec l'Université de Marne la Vallée et

celle de Paris XII, dans une nouvelle structure, l'Université de Paris-Est. C'est une expérience très intéressante mais un peu risquée, car la gouvernance du système est complexe et repose sur la bonne entente entre les Présidents des Universités et le Directeur de l'Ecole. Or une bonne organisation doit pouvoir résister à une mauvaise entente. Je n'en ferais donc pas une solution universelle. Je plaide plutôt pour que les grandes écoles commencent par se regrouper entre elles. En principe, cela devrait être plus facile, puisqu'elles ont une culture commune. Mais on dit aussi qu'il est plus difficile de réussir un mariage entre proches qu'entre étrangers. Et il faut que ces regroupements s'accompagnent d'un renforcement des liens avec l'université, et ne se soldent pas par un repli accru des écoles sur elles-mêmes.

J'ai eu la chance de faire partie du *visiting comittee* de l'INPG (Institut National Polytechnique de Grenoble). J'étais le seul Français. Lorsque le débat s'est ouvert après une série de présentations, la réaction a été immédiate : « *Ce système est absurde : pourquoi conserver dix écoles distinctes à l'intérieur de cet institut ?* » Depuis, les 10 écoles ont été réorganisées en 4, ce qui constitue déjà un progrès remarquable. Il faudrait que nous en fassions autant à Paris.

De la bonne taille des élites

Int. : Chaque pays a son propre système d'enseignement supérieur, et chacun a ses propres classifications. Sortir de l'université de Tokyo, c'est bien, mais sortir du laboratoire du professeur Untel de l'université de Tokyo, c'est incomparablement mieux et cela facilitera grandement votre carrière.

P. V. : Il est évident que chaque pays a ses institutions d'élites. La question est celle du dimensionnement. Sans imiter le gigantisme des universités allemandes comme celles d'Aachen ou de Stuttgart, qui du coup sont très cloisonnées, on pourrait imaginer des regroupements permettant de passer de 500 à 1000 diplômés (au niveau ingénieur ou mastère) par an. C'est à peu près la taille de Science Po, qui compte 5 000 étudiants répartis en 5 années d'études. La School of Engineering du MIT ou l'Ecole polytechnique de Lausanne ne sont pas beaucoup plus grosses. Avec 5 000 élèves, on dispose d'une vraie diversité et d'une marge de redéploiement intéressante.

Trois écoles polytechniques au lieu d'une

Int. : *Un article récent de La Jaune et la Rouge proposait de créer trois écoles polytechniques. La première serait l'équivalent des classes préparatoires et durerait trois ans ; à la sortie, les étudiants devraient avoir obtenu deux licences. La seconde serait l'équivalent de l'Ecole Polytechnique actuelle et la sortie serait conditionnée à l'obtention d'un double mastère. La troisième serait une école doctorale ou une école d'application. Qu'en pensez-vous ?*

P. V. : Je n'ai pas regardé de près cette proposition, je n'ai donc pas d'avis. (Pourquoi deux licences, et deux masters : un élève de l'X vaudrait-il deux élèves de fac ?) Le système des classes préparatoires a beaucoup d'avantages, mais aussi beaucoup de défauts. Pourquoi ne pas imaginer des cycles avec école préparatoire intégrée, y compris pour les écoles les plus prestigieuses ? On pourrait créer, par exemple, un Collège ParisTech, au sens où l'on parle du Collège

d'Harvard ; cette formule attirerait certainement de très nombreux étudiants. Il s'agit, au fond, du modèle de Science Po, qui désormais recrute à deux niveaux : après le bac, puis au niveau du mastère. C'est également le principe des INSA. On pourrait associer le Collège ParisTech aux universités Paris 6 ou Paris 11 et organiser une formation différente de celle des prépas : un peu moins de maths, plus de travaux de laboratoire et de contacts avec la recherche. À la sortie du Collège, les étudiants pourraient s'orienter soit vers les écoles, soit vers des mastères de recherche à l'université.

À l'heure actuelle, les grandes écoles sont trop dépendantes du système des classes préparatoires. Je ne suis pas favorable à la suppression de ces dernières, mais nous devrions pouvoir disposer d'autres sources concurrentes de recrutement. Par ailleurs, le cycle de la licence est un cycle fondamental pour la formation, et il échappe complètement aux écoles d'ingénieurs, en dehors des INSA et d'autres écoles dites à prépas intégrées.

Écoles du savoir, écoles du pouvoir ?

Int. : *Avant de réfléchir sur le choix des moyens pour atteindre un objectif, il est prudent de s'entendre sur l'objectif en question. Or les grandes écoles françaises ont une caractéristique commune : elles ne sont pas ce qu'elles devraient être ni ce que leur marque ou label semble annoncer. Le système des grandes écoles est censé assumer deux missions distinctes, la formation des compétences scientifiques et technologiques et la formation des élites politiques, administratives et économiques. Ne faudrait-il pas envisager, parmi les reconfigurations possibles du système, de répartir ces missions entre deux types*

d'écoles bien distincts, tout en préservant une certaine fluidité entre les deux ?

P. V. : Votre question est au cœur du problème et renvoie à une expérience très concrète, que beaucoup ont vécue comme moi : la difficulté d'expliquer à des interlocuteurs étrangers ce que sont nos grandes écoles et à quoi elles servent.

La caractéristique des grandes écoles dites de premier rang est l'ambiguïté originelle de leur double statut, *école du savoir* et *école du pouvoir*. À l'occasion du bicentenaire de l'École polytechnique, des historiens ont montré que cet établissement a connu des périodes de très grande médiocrité intellectuelle, et que cela n'a cependant jamais remis en cause son rôle dans la sélection des élites françaises. Encore aujourd'hui, les grandes écoles sont en fait chargées de produire les managers des grandes entreprises françaises et, de moins en moins, de l'Etat, mais elles le font sur la base d'une sélection fondée sur les sciences, ce qui constitue une exception mondiale, très difficile à comprendre de l'extérieur.

La solution consistant à séparer l'école du savoir et l'école du pouvoir serait-elle envisageable ? Je crains que non : ce couplage est vraiment très ancré dans la société française pour ce qui est des ingénieurs. Dans d'autres domaines, c'est plus clair. L'ENA est évidemment une école de pouvoir plus qu'une école de savoir ... En revanche, compte tenu de la qualité des étudiants des grandes écoles et du niveau des enseignements qui leur sont proposés, elles devraient aussi être des pôles d'innovation. Quand j'en discute avec des dirigeants d'entreprise, certains me répondent : *« Oui, tu as raison, mais, au fond, ce n'est pas très grave : on sait bien que la vraie mission de ces écoles est de sélectionner les élites dirigeantes. Si elles ne font pas de recherche, c'est qu'elles ne sont pas faites pour cela. »* Il

faut absolument faire évoluer ce point de vue.

Int. : *L'intérêt des grandes écoles pour la recherche est cyclique : au XIXe siècle, le foyer de la recherche était à l'X et non à la Sorbonne.*

P. V. : C'est vrai qu'il y a eu une tradition scientifique dans les grandes écoles françaises, mais les étudiants actuels n'en sont même plus conscients. À l'École des Ponts, ils n'établissent guère de lien entre les noms que portent les théorèmes qu'ils étudient et les bustes des savants figurant dans l'entrée.

Peut-il exister dix grands pôles scientifiques en France ?

Int. : *La Commission Attali a suggéré de mettre en avant dix pôles universitaires et scientifiques en France. On pourrait imaginer de constituer ces pôles en associant grandes écoles et universités. Mais compte tenu de la centralisation des grandes écoles, je me demande si l'on aurait les moyens d'en constituer dix. On imagine facilement la création d'un pôle parisien et d'un pôle sur le plateau de Saclay, mais comment constituer ce genre d'écosystèmes en province ? Même Grenoble, qui est un grand site d'innovation, ne dispose plus d'école de premier rang.*

P. V. : Vous dites qu'il serait facile de créer un pôle à Paris et un autre à Saclay, mais j'observe qu'on ne le fait pas, et dans fond, je pense qu'il est plus difficile de le faire à Paris qu'en province. Pour qu'un pôle puisse rayonner au plan international, il faut qu'il dispose d'un campus et, très concrètement, que les étudiants puissent se déplacer à pied ou avec un transport en commun commode d'un endroit à l'autre. Ce n'est absolument

pas la configuration qu'on trouve à Saclay, où on s'est contenté d'éparpiller des établissements sur un plateau venteux. Cela me paraît beaucoup plus facile à imaginer à Grenoble, Toulouse, Rennes ou Strasbourg. Et Grenoble a des écoles et des universités de premier rang !

Int. : *C'est facile sur le plan géographique et économique, car les collectivités sont prêtes à financer des logements et des moyens de transport. Mais c'est beaucoup plus difficile pour ce qui relève de la notoriété : il n'y aura jamais d'École polytechnique à Grenoble ou à Toulouse.*

P. V. : Pourquoi l'INP de Grenoble, par exemple, ne pourrait-il pas prendre une place de premier rang en France ou en Europe ? Elle est aujourd'hui en partie piégée par le système des classes préparatoires, qui est d'une terrible rigidité auto-reproductive. Chacun sait que la première chose qu'on apprend en entrant en prépa est l'étalonnage des différentes écoles. Les professeurs eux-mêmes sont évalués sur le nombre d'élèves qu'ils envoient à l'X, aux Mines ou aux Ponts. Plus tard, dans les entreprises, les gens continuent à être évalués en fonction de l'école dont ils sortent. Prenons le cas de l'École de la Papeterie, qui est une des dernières du classement des ENSI. J'ai essayé d'expliquer à d'anciens élèves de cette école qu'en sortant du système des prépas et en recrutant directement, ils seraient forcément gagnants. Les étudiants viendraient par choix dans un métier passionnant, au lieu d'atterrir dans une école parce qu'ils ont été refusés ailleurs.

Ce qui me choque le plus dans le système des prépas et du classement des écoles, c'est qu'il ne fait que des frustrés. Les seuls à être satisfaits sont les élèves qui intègrent l'X ou Normale Sup, et encore : ceux qui entrent à l'X et n'ont pas été admis à Normale Sup sont vexés. On a

donc affaire à un système qui produit 99 % de mécontents, sans parler de tous ceux qui suivent une filière en raison du classement et non de leurs goûts personnels. Un jour, une élève m'a appelé : « *Je suis reçue aux Mines, mais j'aimerais faire les Ponts, car le génie civil est la seule chose qui m'intéresse et la géologie m'ennuie souverainement. – Très bien, venez donc aux Ponts. – Mais si je fais ce choix, je prends un risque pour ma carrière, non ?* »

La sélection par les maths

Int. : *La sélectivité des classes préparatoires vient de ce que tout le monde passe par les mêmes fourches caudines. Comment assurer la sélectivité d'un collège tel que vous le concevez, alors qu'il n'opèrerait son choix que parmi un petit nombre de candidats ?*

P. V. : Science Po recrute la moitié de ses élèves après le baccalauréat, or le niveau de sélection est très élevé. Il y a quelques années, avec une mention très bien au bac, on était admis d'office ; ce n'est plus le cas aujourd'hui. Un établissement pourrait parfaitement être sélectif sans passer par les classes préparatoires, et en ayant la possibilité de diversifier ses critères de sélection au lieu d'être prisonnier du critère unique des maths.

Int. : *Vous avez rappelé qu'une des forces des grandes écoles françaises était leur inspiration généraliste initiale, consistant à s'appuyer sur les maths pour « mettre de l'ordre dans les choses du monde ». Dans ces conditions, il ne faut pas s'étonner que les maths soient effectivement devenues le critère de sélection principal.*

P. V. : Il est vrai que je suis un peu ambigu sur cette question. Les maths sélectionnent surtout, en moyenne, un

certain type d'esprit : de bons élèves avec une capacité analytique développée, plus rarement des créatifs. (Sauf les vrais mathématiciens, qui sont très créatifs, justement). En France, nous sommes fiers de nos performances en modélisation et en simulation, mais cela ne concerne que 5 % des ingénieurs qui sortent des grandes écoles. Tous les autres s'empressent d'oublier les maths, et leurs employeurs les y encouragent : « *Dans la vie professionnelle, même pour un ingénieur, la règle de trois suffit* ». Il faut évidemment préserver jalousement nos positions en mathématiques, en favorisant des cursus d'excellence pour ceux qui aiment vraiment cela, mais pourquoi imposer à tous le même passage par des mathématiques très sophistiquées ?

Le mérite attaché à l'origine

Int. : J'ai été étonnée de vous entendre dire que, compte tenu de ce que les élèves endurent en classe préparatoire, il serait inenvisageable de ne leur accorder leur titre qu'à la sortie de l'école et au vu de leurs résultats. La règle générale, partout ailleurs, est que les étudiants poursuivent pendant des années des études parfois difficiles, sans savoir à l'avance s'ils obtiendront leur diplôme. Personne ne s'en offusque. Le système des classes préparatoires tend à reconstituer le principe aristocratique selon lequel le mérite est attaché à l'origine et non aux performances. Selon ce principe, on accorde plus d'importance à l'être qu'au faire : quoi qu'on fasse (ou qu'on ne fasse pas) dans la suite de sa carrière, on est pour toujours un X, ou un Mines, ou un Pont. Il est même recommandé d'éviter de se lancer dans des aventures risquées, car par rapport à cette origine glorieuse, on ne pourrait que déchoir ; d'où la très faible attirance des ingénieurs des

grandes écoles pour la recherche ou pour la création d'entreprise.

Cette inversion du sens commun, qui consiste à attacher le mérite à l'origine plutôt qu'aux résultats, me paraît constituer l'une des causes profondes du problème. Ne pourrait-on imaginer d'introduire au moins une part de sélection à l'issue des écoles ? Même si seulement 5 % des élèves sortaient sans titre, cela exercerait une pression sur l'ensemble des élèves et les obligerait à travailler.

Int. : Les gens investissent aussi de l'argent dans cette formation : comment pourraient-ils admettre de se retrouver sans rien à la sortie ?

Int. : Au début du dix-huitième siècle, on achetait les charges ou on en héritait. Encore fallait-il pour cela soutenir une thèse en latin, et les candidats n'en étaient pas tous capables. Ils payaient donc quelqu'un pour la rédiger et la prononçaient tant bien que mal, en ânonnant. Le jury leur accordait la charge « dans l'espoir qu'ils s'acquitteraient ultérieurement des études correspondantes », ce qu'ils ne faisaient jamais, bien entendu. Ils se contentaient de rémunérer quelqu'un pour effectuer les travaux de leur charge à leur place. On retrouve un peu le même système aujourd'hui : « Vous avez été sélectionné sur votre capacité intellectuelle, démontrée par votre aptitude en mathématiques. Peu importe que vous n'appreniez rien à l'Ecole, vous aurez votre titre de toute façon ».

P. V. : Les critiques que je formule aujourd'hui contre le système des grandes écoles ne datent pas d'hier, mais du discours que j'ai entendu dès mon premier jour à l'X : « Vous êtes l'élite de la France ». Cela m'a beaucoup choqué. Je n'avais encore rien fait : j'avais juste la

chance d'être doué en maths et comme je trouvais la prépa très pénible, j'avais fait de mon mieux pour m'en débarrasser au plus vite. C'est irresponsable de tenir ce genre de discours sous prétexte que les ingénieurs de l'X sont bons en maths : avant de les qualifier d'élite de la nation, il faudrait leur laisser le temps de faire preuve d'autres mérites.

La sélection par l'échec

Int. : La sélection par l'échec qui est pratiquée à l'université est intolérable : 40 % des étudiants abandonnent au bout de la première année.

Int. : La sélection par l'échec est justement ce qui caractérise les classes préparatoires : on est contraint d'intégrer l'école qui est la mieux classée après toutes celles où l'on a échoué.

P. V. : Comme l'avait fait remarquer le ministre Claude Allègre, on pourrait déjà ramener les deux années de prépa à une seule : la sélection obtenue après un an ne différerait pas sensiblement de ce qu'elle est au bout de deux ans...

Un déficit d'évaluation

Int. : Le déficit d'évaluation dans nos grandes écoles n'explique-t-il pas, en partie, le déficit d'évaluation qui caractérise l'administration française ? Le caractère flou de la mission affectée à ces formations explique peut-être également la difficulté bien française à déléguer des tâches en formulant des objectifs précis accompagnés d'indicateurs pertinents. On voit en permanence des autorités de tutelle s'occuper de micro management au lieu de définir des objectifs et de contractualiser.

P. V. : Paradoxalement, c'est sans doute dans le milieu de la recherche qu'on trouve une des formes d'évaluation les plus sévères : l'évaluation par les pairs. Les étudiants sont convaincus que la vie des chercheurs est relativement sereine alors que le monde du pouvoir est sous pression permanente. C'est plutôt l'inverse, surtout dans le système français, où le pouvoir est souvent encore terriblement protégé. Si l'on soumettait les grands patrons français, dans les entreprises et plus encore dans les administrations, à des évaluations à 360°, comme cela se fait ailleurs, les choses changeraient un peu.