

Quels ingénieurs pour la Suisse de demain?

Dominique Bonvin* et Michel Bonvin**

Cet article décrit l'évolution de la profession d'ingénieur de part le monde, et en Suisse en particulier. A partir de l'observation d'une société en mutation, on étudie les nouveaux défis qui se présentent à l'ingénieur et on en déduit l'impact sur le métier et la formation d'ingénieur. On aborde ensuite la relation entre la formation et le monde du travail et présente quelques actions concrètes propres à améliorer le recrutement et la formation de la prochaine génération d'ingénieurs.

1. Une société en mutation

La formation et le métier d'ingénieur sont bien établis, étant pour une large part hérités du 19^e siècle. Malgré de nombreux apports technologiques et adaptations pédagogiques, ils n'ont que peu évolué dans leur finalité à travers les siècles. L'ingénieur est resté la personne qui maîtrise la technologie de sa discipline et est capable de l'appliquer à bon escient pour améliorer les produits existants, développer de nouvelles solutions, et maîtriser de grands ouvrages et réalisations technologiques.

Avec une mondialisation poussée à outrance, les enjeux sociétaux sont nombreux et de taille. Ainsi, aux problèmes énergétiques et climatiques, aux besoins de mobilité qui croissent avec le niveau de vie, s'ajoutent l'augmentation des besoins en nourriture et en eau pour une population en forte croissance, la question de la gestion des déchets, etc. Ces enjeux nécessitent bien sûr une prise de conscience rapide de chacun, en particulier du monde politique, avec à la clé d'importants efforts de recherche. Cependant, le défi majeur sera d'ordre technologique pour développer à grande échelle des méthodes et procédés propres, efficaces et économiquement viables. On parle ici d'un développement technologique inégalé à ce jour si l'on veut être capable de maîtriser ces défis et laisser aux générations futures une planète tant soit peu vivable.

Un autre défi important du 21^e siècle est lié à la santé et aux progrès spectaculaires réalisés durant la dernière décennie au niveau de la biologie, du monde cellulaire et des neurosciences. Cette recherche va encore s'accélérer et susciter de nombreux développements technologiques dans le domaine biomédical, liés notamment aux apports de la simulation numérique, de l'imagerie et des microsystemes.

De plus, le travail de l'ingénieur a profondément changé avec l'essor des technologies de l'information.

Le calcul numérique s'y trouve simplifié et quasi sans limite. L'information, scientifique et non scientifique, est aisément disponible, si bien que le défi n'est plus désormais de trouver de l'information, mais de trouver la bonne information. Avec la montée en puissance de l'Internet, l'objectif n'est plus uniquement de savoir, mais bien d'avantage d'être capable d'utiliser ses connaissances. L'ingénieur du 21^e siècle ne se contente plus de piloter des technologies; son travail, beaucoup plus large, englobe des aspects techniques, économiques, environnementaux, humains, culturels et parfois même politiques. S'il doit être compétent dans sa discipline, l'ingénieur doit également être créatif, flexible et ouvert sur le monde qui l'entoure. De plus, il doit oser et entreprendre. Il est bien sûr impossible à une seule et même personne de réunir toutes ces compétences à un haut niveau de maîtrise. D'où la question sur la nature des compétences que l'ingénieur de demain devra maîtriser et surtout sur la façon de les acquérir et donc sur les objectifs même de sa formation.

Cet article a l'ambition d'approfondir cette réflexion en la focalisant sur trois séries de questions fondamentales pour la formation d'ingénieur¹:

– Quelles compétences pour l'ingénieur de demain?

¹ Questions abordées lors du colloque franco-brésilien «Quels ingénieurs pour le XXI^e siècle ? Quelles formations ?», Escola Politécnica Universidade de São Paulo, Brasil, 2009.

* Laboratoire d'Automatique, EPFL - Station 9, 1015 Lausanne.

E-Mail: dominique.bonvin@epfl.ch

<http://www.la.epfl.ch>

Dominique Bonvin, PhD, est professeur d'automatique à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL). Il y fut doyen de la formation bachelor-master de 2004 à 2011. Il est diplômé en génie chimique de l'ETH Zürich et a obtenu un PhD en automatique de l'Université de Californie à Santa Barbara. Il a travaillé dans le groupe Sandoz à Bâle avant de rejoindre l'ETH Zurich, puis l'EPFL en 1989.

** HES-SO Valais-Wallis, route du Rawyl 47, 1950 Sion.

E-mail: michel.bonvin@hevs.ch

<http://isi.hevs.ch>

Michel Bonvin, Dr. sc. nat., est professeur HES en systèmes énergétiques à la Haute école spécialisée de Suisse occidentale (HES-SO Valais-Wallis). Il y fut directeur de la formation de 2001 à 2007. Il est diplômé en physique de l'ETH Zürich, où il a aussi obtenu un PhD en physique des hautes énergies. Il a pratiqué de l'enseignement gymnasial avant de rejoindre l'Ecole d'ingénieurs du Valais en 1988, puis la HES-SO.

- Quelle formation pour l'ingénieur face à l'universalité et la diversité de la connaissance et des savoirs?
- Comment favoriser la préparation à l'emploi et l'insertion professionnelle des nouveaux diplômés?

2. Impact sur le métier d'ingénieur

Alors qu'au début du 20^e siècle, les ingénieurs formaient une élite scientifique à part, ils sont désormais devenus des professionnels polyvalents que l'on retrouve à tous les niveaux d'encadrement dans les entreprises. Le rôle de l'ingénieur est désormais de participer à la mise en œuvre d'un nouveau type de développement, plus axé sur le respect de contraintes dans le domaine de la protection de l'environnement et de la disponibilité des ressources naturelles que sur la croissance. Dans le futur, l'ingénieur devra agir dans un contexte encore plus international et compétitif qu'aujourd'hui. Quelles compétences devra donc posséder l'ingénieur de demain?

2.1. De solides bases scientifiques et une formation par projets

Il serait faux de croire qu'en accordant une place plus importante à des disciplines descriptives de type utilitaire l'on réponde aux exigences d'une formation large et équilibrée. En fait, ce sont les sciences fondamentales qui permettent le travail de base de l'ingénieur et qui lui donnent ses outils de travail. Les disciplines utilitaires vieillissent vite. Comme l'ingénieur de demain devra sans cesse s'adapter, se remettre en cause, il doit donc « apprendre à apprendre ». Pour cela, ses bases scientifiques l'aideront à naviguer entre les différentes disciplines et à adapter son activité professionnelle tout au long de sa carrière. Il convient donc de résister à la tentation de trop mettre l'accent sur le savoir-faire, la gestion et le management au détriment des sciences dures comme les mathématiques, la physique ou la biologie. L'importance des sciences de base ne doit en aucun cas diminuer, car elles sont la base du langage, du support méthodologique, du raisonnement et de l'analyse nécessaires au travail de l'ingénieur.

Comme il n'est pas possible de conserver de solides enseignements scientifiques de base et d'y adjoindre indéfiniment des enseignements nouveaux, c'est dans la forme que ces compétences transversales et multidisciplinaires seront introduites. Ainsi, l'apprentissage par projets, qui permet d'intégrer des aspects de travail de groupe, de recherche d'information et de gestion de projets, prendra une importance grandissante dans la formation des ingénieurs du futur.

2.2. Gérer le complexe et l'incertain

Les enjeux du 21^e siècle sont d'une telle complexité et d'une telle diversité que leur solution nécessite, au-delà des compétences techniques, des compétences environnementales, économiques, éthiques et humaines. Ces problèmes étant par nature difficiles à formuler et ne possédant pas de solution unique, l'ingénieur doit dépasser les réponses toutes faites et aborder les questions en collaborant avec des spécialistes d'autres domaines. Plus encore que d'autres acteurs, l'ingénieur est prisonnier du court terme, et parfois même de l'urgence. Il doit donc être capable de réagir très vite, et de s'adapter aussi au rythme rapide des changements technologiques. Mais il doit également inscrire son action dans une perspective à long terme et réfléchir à l'impact de son action sur les générations futures. Il doit donc naviguer entre ces deux exigences, en inventant et pratiquant un autre rapport au temps.

2.3. Culture de collaboration

Le temps où l'ingénieur opérait en solo est révolu. Désormais, il travaille en équipe à des projets d'envergure. Personne n'a tous les éléments en main, et c'est par un travail collaboratif que les progrès sont faits. A l'avenir, les ingénieurs spécialisés, les experts, resteront bien sûr nécessaires. Mais nous verrons émerger le chef d'orchestre, celui qui organise les projets, fédère les compétences, et anime les équipes. Les qualités demandées ne seront pas seulement celles « du chef qui sait », mais celles du « leader » qui fait grandir ses collaborateurs et les rend plus efficaces. Ce qui l'amènera à multiplier les échanges avec ses collaborateurs, mais aussi avec des acteurs d'autres domaines et d'autres cultures. Tout cela n'excluant évidemment ni la concurrence ni la compétition. Autant d'éléments qui exigent un comportement et des aptitudes spécifiques: sens du dialogue, respect d'autrui et capacité de communication. L'apprentissage de la relation aux autres, sous des formes très variées, s'inscrit ainsi comme une nécessité.

Le passage progressif vers la direction d'équipe est désormais l'évolution de carrière classique pour nombre d'ingénieurs. Ce qui est nouveau, c'est que l'ingénieur doit intégrer cette évolution de plus en plus tôt dans sa carrière. Il doit donc y être préparé dès l'école, par la formation, et se renforcer par une pratique progressive sur le terrain. C'est en s'intégrant dans des équipes pluridisciplinaires et en continuant sans cesse à apprendre, que l'ingénieur pourra faire face à toutes les remises en cause que ce siècle lui demandera. Il lui faudra être plus entrepreneur que salarié, plus innovateur que routinier!

La connaissance de langues nationales et étrangères, et notamment l'anglais, devient primordiale. Les études doivent permettre cet apprentissage linguistique et culturel, en favorisant au maximum la mobilité étudiante. Dans ce domaine, les progrès réalisés en Europe dans le cadre du programme Erasmus sont remarquables.

2.4. Un citoyen responsable et humaniste

L'ingénieur doit participer au débat public sur les finalités et les conséquences de son action. Il est une force de proposition et un acteur dans la vie de la cité. Il est le comptable des actions qu'il rend possibles et le responsable des problèmes qu'il soulève: il est donc souhaitable que l'ingénieur s'implique comme acteur politique.

Pas de vraie responsabilité ni d'attitude citoyenne sans compréhension de l'humain: la culture générale et l'éthique, longtemps négligées au détriment de l'apprentissage des technologies, effectuent ainsi une percée bienvenue dans la formation de l'ingénieur.

3. Impact sur la formation

3.1. Généralités

Pour faire face aux grands défis du 21^e siècle, l'ingénieur doit acquérir au cours de sa formation une culture scientifique et une vision large des problèmes:

- La culture scientifique, fondée sur un enseignement solide en mathématiques et en physique, représente la force des ingénieurs. Peut-être conviendrait-il d'y ajouter un minimum de connaissances en sciences de la vie et en sciences de l'environnement.
- La vision des problèmes doit s'inspirer des principes du développement durable. Il s'agit de voir large et de voir loin.

La présentation des programmes de formation est limitée ici aux deux formations d'ingénieur offertes par le système public helvétique et reconnues aussi bien en Suisse qu'à l'étranger. Les titres correspondant sont ceux d'ingénieur d'une école polytechnique fédérale (ingénieur EPF de l'ETH Zurich ou de l'EPF Lausanne) et d'ingénieur d'une haute école spécialisée (ingénieur HES).

La force du système de formation en Suisse, et notamment dans les domaines techniques et scientifiques, repose indéniablement sur la complémentarité qui existe entre les diverses formations (système dual de la formation professionnelle²). On distingue en effet la formation

d'ingénieur HES, qui se fonde sur le Certificat fédéral de capacité et la maturité professionnelle et est orientée vers la pratique; elle est ouverte sur l'innovation et le développement de nouveaux produits. D'autre part, la formation d'ingénieur EPF est plus abstraite tout en préservant un aspect pratique au travers de projets et de stages industriels. La complémentarité entre ces formations constitue le fer de lance des petites et moyennes entreprises (PME) en Suisse. Il convient de ne pas perdre cet atout, mais au contraire de le faire fructifier en le flexibilisant. Il existe des passerelles qui, moyennant un effort supplémentaire, permettent de changer de cursus de formation. Ces passerelles sont nécessaires et très utiles pour les étudiants qui, avec l'expérience, souhaitent profiler différemment leur formation. L'utilisation de ces passerelles doit bien évidemment rester l'exception, sous peine de dénaturer ces différentes filières de formation.

Les spécificités des formations EPF et HES sont disponibles sur les sites Web des différentes écoles. On aborde ici brièvement certaines particularités des formations à l'EPFL et à la HES-SO.

3.2. Formation EPFL

A l'EPFL³, l'étudiant choisit une discipline d'étude qui le mènera le plus souvent à un diplôme de master du même nom. Avec la participation de la Suisse au processus de Bologne et l'introduction de son système de crédits, les formations sont désormais divisées en deux cursus, un bachelor de trois ans suivi en général d'un master de deux ans. Ces années d'étude sont organisées de façon à orienter progressivement l'étudiant des sciences de base vers l'expertise professionnelle associée à la discipline étudiée:

- La première année est centrée autour des enseignements de mathématiques, physique, chimie, biologie et informatique. C'est une année difficile, présentant un taux d'échec élevé, mais qui permet aux étudiants qui la réussissent d'être confortés dans leur désir de devenir ingénieur.
- Le cycle bachelor de deuxième et troisième années se base fortement sur les acquis scientifiques de la première année pour introduire les bases de la discipline d'ingénieur.
- Le cycle master a la particularité d'offrir plusieurs orientations à l'intérieur d'une discipline, ce qui permet à l'étudiant de se former dans un domaine qui l'intéresse tout particulièrement. L'étudiant y acquiert les compétences métier et peut développer une vision recherche au travers de cours spécialisés et de projets d'étudiants. Le

² <http://www.sbfi.admin.ch/berufsbildung/01606/index.html?lang=fr>

³ <http://futuretudiant.epfl.ch>

dernier semestre est réservé au projet de master, lequel peut se réaliser aussi bien en milieu académique qu'industriel.

L'intérêt majeur de la séparation en deux cursus est la possibilité pour l'étudiant de faire un choix opportun, après trois années d'études, pour la suite de sa formation. Le diplôme de bachelor rend possible un changement, tant géographique que thématique. L'étudiant peut ainsi choisir de continuer ses études dans la même discipline mais dans une autre institution suisse ou étrangère. Ou il peut décider de s'orienter vers un master spécialisé, pour lequel il n'existe pas de bachelor correspondant, ou vers un master dans une autre discipline moyennant quelques cours de rattrapage.

Avec l'internationalisation des études et l'afflux d'étudiants étrangers, la question de langue d'enseignement s'est naturellement posée. L'EPFL a opté pour l'approche suivante: le bachelor, considéré comme «local», est enseigné en français, alors que le master, jugé «global», est enseigné en anglais. La transition n'a pas été aisée, mais la formule est maintenant bien en place et donne entière satisfaction, avec une valeur ajoutée évidente pour les étudiants: ils travaillent deux ans en anglais, langue indispensable pour l'exercice de leur profession!

Un système de formation doit pouvoir évoluer tout en restant en adéquation avec les objectifs de formation et le monde du travail. Pour cela, un élément important est l'approche «assurance qualité», laquelle est chapeautée en Suisse par l'Organe d'accréditation et d'assurance qualité des hautes écoles suisses (OAQ). Ensuite, un dialogue régulier existe avec le monde du travail et les employeurs potentiels. Finalement, l'Ecole a mis en place un système d'évaluation de l'enseignement à trois niveaux:

- une évaluation indicative de tous les cours en semaine 10 de chaque semestre, suivie d'une évaluation détaillée en fin de semestre pour les cours potentiellement en difficulté;
- une évaluation approfondie de tous les cours chaque cinq ans;
- une analyse régulière, basée sur l'intégration des nouveaux diplômés dans le monde du travail et sur l'adéquation de leur formation par rapport aux besoins du terrain.

La mobilité estudiantine représente un important élément d'ouverture linguistique et culturelle. Parmi les diplômés master de 2012, plus de la moitié ont effectué un séjour de mobilité, soit une année entière, la troisième année bachelor, soit un semestre

dans le cadre du projet de master, soit les deux. Cette mobilité dépasse largement le cadre européen et elle englobe à présent des universités de tous les continents, sur la base d'accords bilatéraux. Il suffit de parler avec les étudiants à leur retour pour vraiment saisir la portée culturelle et humaine de ces échanges. C'est souvent une étape qui modifiera profondément la suite de leur parcours d'étudiant et de professionnel!

Notons encore que la formation d'ingénieur à l'EPFL est aussi une formation par la recherche: les étudiants ont ainsi la possibilité, au travers de leurs projets de semestre et de master, d'être directement confrontés à des problèmes de recherche. En effet, les doctorants qui encadrent les étudiants pour ces projets proposent souvent comme thématique un élément particulier de leur recherche doctorale.

3.3. Formation HES-SO

La HES-SO^{4,5}, vise essentiellement à former des ingénieurs de niveau bachelor dont la formation est concrète et reste toujours proche de la pratique. Les trois années d'étude sont tout naturellement organisées de façon à présenter une progression qui va faciliter l'insertion professionnelle:

- La première année est centrée autour des enseignements de base (mathématiques, physique et informatique) accompagnées de quelques enseignements de type métier tels que mécanique, électricité, chimie, ainsi que de langues.
- La deuxième année est axée sur le renforcement des branches métiers.
- La troisième année est organisée de façon à offrir plusieurs profils (orientations), qui visent à préparer l'insertion professionnelle, ainsi que des bases d'économie et de gestion de projet. Les études se terminent par la réalisation d'un projet de diplôme individuel, qui est souvent proposé par les partenaires industriels de l'école.

Depuis quelques années, les meilleurs étudiants du niveau bachelor ont la possibilité de poursuivre vers un master HES, dont l'objectif est d'approfondir les connaissances qui ont été enseignées au niveau précédent. En Suisse occidentale, ces formations sont pour l'essentiel centralisées à Lausanne, à moins que des infrastructures particulières justifient une localisation différente.

Les études d'ingénieur HES, organisées sur trois ans, rendent les échanges internationaux difficiles. Le séjour à l'étranger est possible suivant deux formes:

⁴ <http://www.hes-so.ch>

⁵ <http://www.hevs.ch>

- Réalisation du projet de diplôme à l'étranger (un peu moins de 20% des étudiants profitent de cette possibilité).
- Fréquentation d'au moins une année d'étude (en général la dernière) dans une école étrangère partenaire: l'étudiant reçoit alors, pour la spécialisation qu'il a choisie, le diplôme de la HES-SO ainsi que celui de l'école partenaire.

En matière d'évaluation et d'assurance qualité, la pratique est conventionnelle et s'organise à trois niveaux. D'abord, une évaluation semestrielle de tous les enseignements par les étudiants, mais aussi par les professeurs qui sont sollicités pour donner officiellement leur bilan. Ensuite, annuellement, ce sont les experts externes, engagés pour accompagner et juger les projets de diplôme, qui s'expriment par exemple sur l'adéquation entre la formation et les attentes des milieux industriels. Enfin, tous les cinq ans, les anciens étudiants sont sollicités pour faire part de leurs expériences d'insertion professionnelle, mais aussi pour présenter leurs secteurs d'activités ou encore leurs conditions de travail.

3.4. Formations et titres

Le contenu et l'organisation des formations EPF et HES indiquent clairement que ces formations sont différentes. Le bachelor EPF est avant tout un diplôme de mobilité, tant géographique que thématique, permettant l'accès au master, qui lui est professionnalisant. A contrario, le bachelor HES mène directement à l'exercice de la profession. D'où une certaine confusion au niveau des titres de bachelor en Suisse, laquelle nécessite l'ajout du qualificatif EPF ou HES.

Notons qu'une autre ambiguïté existe au niveau des appellations universitaires «bachelor» et «master» de part le monde. En Suisse, un bachelor universitaire est un diplôme intermédiaire, non professionnalisant, alors qu'en Amérique du Nord, et par analogie dans de nombreux pays, le titre de bachelor couronne une formation universitaire de 4 ans menant à l'exercice professionnel. Il s'ensuit que, chez nous, un master universitaire est *nécessaire* dans la formation d'un ingénieur, alors que le master représente une formation complémentaire dans le monde anglo-saxon. Comme il eut été plus approprié, lors de la mise en place du processus de Bologne, d'éviter cette confusion en utilisant des appellations différentes, telles que «licence» et «diplôme», pour des produits différents. Cette distinction est d'autant plus importante que, comme indiqué plus haut, nous dirigeons vers un monde fortement globalisé!

3.5. Adapter la pédagogie

Afin de s'adapter aux nouvelles exigences du métier d'ingénieur, les écoles rénovent la formation, adaptent leurs cursus et proposent des innovations pédagogiques intéressantes.

L'heure est à l'ouverture progressive vers les disciplines du management et les sciences humaines et sociales. Mais, le débat reste ouvert sur la proportion à leur accorder dans le plan d'études, les chiffres variant de 10 à 30%. On voit également fleurir des doubles diplômes «d'ingénieur et de manager» proposés par deux institutions différentes, ou alors une double formation dans la même institution comme un bachelor en ingénierie suivi d'un master en management de la technologie.

Une deuxième adaptation concerne l'acquisition de connaissances plus pratiques sur la façon de mener un projet et de travailler en équipe. Plutôt que de proposer des cours théoriques sur le management, la collaboration ou la créativité, la tendance est d'intégrer ces éléments de savoir-faire comme la partie appliquée d'un cours disciplinaire existant. On préfère ainsi réduire le nombre de cours, lesquels disposent par contre de volumes horaires plus importants, permettant ainsi d'intégrer à la fois des éléments techniques et des aspects de savoir-être.

Une troisième innovation consiste à compléter les aspects théoriques avec l'introduction d'enseignements de type inductif. Ainsi, au lieu de prendre connaissance et d'appliquer une théorie, les étudiants partent de la réalité du terrain et résolvent un problème en remontant aux principes théoriques. Il en résulte un enseignement concret, adapté à la complexité et aux incertitudes d'une situation réelle. Une façon aussi de pousser les étudiants à imaginer des solutions inédites, de les faire sortir de leur zone de confort caractérisée par une attitude attentiste, voire passive.

L'EPFL enfin s'est mise récemment à surfer la vague des moocs (massive open online courses)⁶. Les moocs sont des cours en ligne, destinés d'abord à des étudiants sur place, mais ouverts également et gratuitement à toute la planète. Le premier cours de ce type à l'EPFL a attiré 53'440 étudiants, dont plus de 10'000 ont passé l'examen final. Reste à définir ce que sont les moocs. Vont-ils remplacer les cours ex cathedra ou sont-ils un complément de l'enseignement traditionnel? Ne sont-ils au final que de simples cours filmés, agrémentés d'une plateforme d'échange, ou appellent-ils une

⁶ <http://actualites.epfl.ch>, Flash EPFL no 05, 15 mai 2013

redéfinition plus ou moins radicale des approches pédagogiques? Une chose est certaine, au-delà de ces questions, ils représentent un potentiel énorme de formation à distance et ciblée de haut niveau, deux éléments importants dans la formation continue d'un ingénieur.

En résumé, les écoles adaptent la formation des ingénieurs aux besoins génériques de l'entreprise, sans se focaliser sur des aspects particuliers de telle ou telle société. La formation «sur mesure» reste du domaine de l'industrie car, ne l'oublions pas, la formation en école d'un ingénieur ne dure que trois à cinq ans, alors que la formation en industrie peut, elle, durer 40 ans! La première doit apporter des bases solides, sur lesquelles la formation en industrie et la formation continue pourront se construire.

4. Insertion professionnelle

4.1. Analyse des besoins

En Suisse, malgré la crise, les profils d'ingénieurs figurent parmi les plus demandés et les plus difficiles à recruter par les entreprises. D'autant que, ce qui est tout à fait naturel, nombre de jeunes diplômés s'orientent vers des activités différentes, telles le management ou la banque d'affaires: l'éventail des métiers auxquels ont accès nos diplômés s'élargit ainsi.

Les salaires et les perspectives d'emploi sont un facteur très important influant le choix des étudiants. Actuellement, si bon nombre d'ingénieurs bifurquent vers des postes dans le management et l'économie, c'est parce que les perspectives de carrière y semblent plus propices. C'est au monde industriel de donner un message clair en offrant aux ingénieurs de justes perspectives de carrières et de salaires dans leur domaine de prédilection.

L'analyse des besoins appartient aux employeurs. Nous constatons simplement que nos meilleurs étudiants reçoivent fréquemment des offres d'emploi spontanées, par exemple de la part de personnes de l'industrie qui participent à des défenses de projets de bachelor, de master ou de thèse: c'est l'exemple d'une plus-value que génère la connaissance mutuelle des milieux de la formation et de l'industrie! Mais les liens entre la formation et les besoins de l'industrie peuvent encore se renforcer par le dialogue et les échanges, par exemple au travers de forums où les industriels présentent leur société et dialoguent avec les étudiants, ou alors lors de stages et projets en industrie.

4.2. Préparation à l'emploi

L'insertion professionnelle demeure jusqu'ici le point fort des écoles d'ingénieurs. Grâce à la qualité de leur enseignement, leur notoriété, aux partenariats noués

avec les entreprises, aux nombreux stages effectués, il était en effet assez aisé pour le jeune ingénieur de décrocher son premier poste. Mais avec la crise qui a récemment fortement secoué l'économie mondiale, les jeunes diplômés doivent aujourd'hui faire preuve de beaucoup plus d'adaptabilité.

Le taux d'emploi des nouveaux diplômés de l'EPFL a fluctué entre 82% et 92% ces dix dernières années suivant les aléas de la conjoncture économique, ce qui peut être qualifié de bon, voire d'excellent, en comparaison nationale et internationale. Les emplois trouvés sont pour la majorité en bonne adéquation avec la formation. Par contre, le fait que 5 à 10% des nouveaux diplômés passent toujours «trop de temps» à trouver un premier emploi est une indication que la crise reste une menace sérieuse. Au travers des enquêtes, aucun profil type n'est apparu: s'y côtoient des gens brillants et très qualifiés comme des gens sans point fort particulier. Depuis quelques années, le nouveau Centre de carrière de l'EPFL⁷ apporte un appui complémentaire à l'ensemble des étudiants et jeunes diplômés. Il met sur pied un programme régulier de «Tables Rondes Industries» qui permettent aux étudiants de découvrir les branches et les activités vers lesquelles ils pourront se tourner une fois leur diplôme en poche. Pour chaque Table Ronde, plusieurs professionnels (dont d'anciens diplômés de l'EPFL) viennent présenter leur parcours et les possibilités de carrière dans leurs industries respectives. Des forums semblables, réunissant étudiants et industriels existent aussi à la HES-SO et connaissent un vif succès si l'on en juge, tant par le nombre d'entreprises qui y participent, que par la qualité des contacts qui y sont établis.

Les récentes statistiques et enquêtes montrent qu'un nombre toujours plus élevé de diplômés sont engagés par des PME et des start-ups. Un défi pour les EPF et les HES est donc d'apporter, en plus des bases scientifiques et techniques, des connaissances en gestion de projets et en entrepreneuriat pour que ces jeunes ingénieurs puissent être rapidement opérationnels dans ces entreprises également. Il est intéressant de constater que les nouveaux diplômés commencent à percevoir l'importance de compétences en management et en gestion de situation, surtout au sein de petites unités où un nombre très restreint de personnes partagent l'ensemble des tâches et des responsabilités.

5. Quelques actions concrètes

On aborde ici la question de la sensibilisation des jeunes pour les études scientifiques et techniques, les

⁷ <http://carriere.epfl.ch>

possibilités de les orienter en fonction de leurs compétences et aspirations, ainsi que l'intégration des nouveaux étudiants en première année d'école d'ingénieurs.

5.1. Sensibilisation des jeunes

La sensibilisation de la jeunesse pour les sciences et la technique mérite une attention toute particulière en Suisse. Nous avons besoin d'un projet cohérent au niveau national qui soit attractif pour les jeunes de 13 à 16 ans, avec notamment des ateliers pratiques motivants et des événements publics. A ce titre, l'Académie suisse des sciences techniques offre des TecDays et TecNights dont le but est la promotion et la compréhension de la technique et la stimulation de la curiosité face aux formations scientifiques et techniques⁸. Un autre exemple est l'association NaTech Education dont l'objectif est la promotion des sciences et de la technologie dans le concept de formation suisse, en particulier au niveau des écoles primaires et secondaires⁹. S'il est utile de parler des perspectives d'emploi dans ces domaines, il serait judicieux d'aborder également les aspects salariaux du métier d'ingénieur, car les jeunes se montrent très pragmatiques à ce sujet et donc souvent peu enclins à entamer des études difficiles avec des perspectives salariales pas toujours alléchantes a priori.

Promouvoir la participation des jeunes filles dans le domaine des sciences et de la technologie est un objectif avoué de nombreux organismes¹⁰. Des actions ciblées sont nécessaires, et il importe que ces actions interviennent suffisamment tôt dans la scolarité afin d'orienter les choix futurs. A titre d'exemple, mentionnons la proposition que des femmes ingénieures reçoivent dans leur cadre de travail de jeunes gymnasiennes pour un stage de courte durée.

Finalement, il nous paraît opportun de faire entrer le «génie technique» dans les gymnases. La science s'y trouve souvent réduite aux sciences dures et abstraites, pas toujours très motivantes pour les jeunes. Or la technique peut être «belle», créative, géniale au sens propre du terme! Il faut pour cela:

- Vaincre la peur des enseignants qui ne sont pas des techniciens et qui craignent de perdre la face si l'expérience ne marche pas.
- Les convaincre de la valeur du génie technique dans une formation généraliste. Un tel enseignement peut être riche et ne doit pas nécessairement correspondre à celui des écoles professionnelles.

⁸ http://www.satw.ch/themen/jugend/index_FR

⁹ <http://www.natech-education.ch>

¹⁰ <http://egalite.epfl.ch>
<http://equality.hevs.ch>

5.2. Orientation professionnelle

Pour ce qui est de la formation des ingénieurs HES, les problèmes d'orientation à l'entrée en milieu HES n'existent pas en soi, puisque la formation se présente en principe comme le prolongement naturel de la formation antérieure, l'apprentissage.

La situation est tout autre pour ce qui est des EPF. La nouvelle maturité avait voulu ouvrir les études EPF à tous les cursus de maturité. Une enquête auprès des étudiants suisses entrant à l'EPFL montre qu'actuellement le profil des étudiants est encore plus marqué qu'avec l'ancienne maturité C! Plus de 65% ont pris l'option spécifique «physique et application des math» et plus de 70% viennent de «math renforcées». Le taux d'échec des étudiants n'ayant pas ce profil est, du reste, particulièrement élevé.

Pour motiver de jeunes gymnasiens, rien ne vaut une mise en contact avec de jeunes ingénieurs charismatiques auxquels ils peuvent s'identifier. Cela demande un effort d'organisation particulier pour les cantons et les associations faîtières. On peut aussi penser à d'autres actions comme le stand de démonstration mobile développé par l'ETH Zurich, qui permet d'illustrer, sur place et de manière vulgarisée, certains aspects pratiques d'une formation scientifique. Une autre mesure efficace consiste à renforcer le contact avec les enseignants en sciences dans les gymnases, par exemple en les invitant à passer du temps (plusieurs mois) dans un laboratoire universitaire et à interagir activement dans l'enseignement et le développement de matériel de cours avec les enseignants en place.

5.3. Intégration des nouveaux étudiants

Le passage du gymnase vers l'université, comme de l'apprentissage vers une HES, n'est pas aisé, en particulier dans le domaine scientifique qui nécessite un travail personnel soutenu. Il est donc nécessaire de bien encadrer ces nouveaux étudiants. Les inciter à entreprendre une formation supérieure est une chose, les former en leur donnant le maximum de chances de réussite en est une autre! De nombreuses mesures ont été mises en place à l'EPFL pour aider les étudiants de première année, notamment:

- Le cours PolyMaths¹¹, spécialement conçu pour les étudiants qui ont besoin de renforcer leurs connaissances en mathématiques et physique pour débiter à l'EPFL.
- La brochure «Savoir-faire en mathématiques», qui aide les futurs étudiants à se situer par rapport aux attentes en mathématiques en première année.

¹¹ <http://cms.epfl.ch/polymaths>

- L'encadrement renforcé en mathématiques et en physique sous la forme de tutorat (groupe de six à dix étudiants travaillant tout un semestre encadré par un assistant-étudiant d'année supérieure).
- Le service de promotion de l'EPFL coordonne les actions avec les gymnases et, par exemple, discute avec eux de la performance de leurs anciens étudiants.
- Une accréditation des programmes de formation a suggéré de rapprocher davantage la formation de l'ingénieur du monde du travail en y introduisant notamment un stage obligatoire en industrie, un comité de formation englobant des représentants de l'industrie pour chaque section, et du travail sur les compétences non-techniques des étudiants. De plus, il a été proposé d'adapter les méthodes pédagogiques pour les rendre plus participatives.
- Le Centre de carrière¹² créé pour aider les étudiants à débiter et à gérer leur vie professionnelle.

¹² <http://carriere.epfl.ch>

Dans les HES, le problème du suivi est pratiquement résolu par le fait que l'enseignement est dispensé en petites classes (20–40 étudiants), lesquelles sont encore subdivisées en groupes plus petits pour des séances d'exercices, de travaux pratiques ou de projets.

En résumé

La profession d'ingénieur a été largement épargnée par la crise récente et est plus attractive que jamais. Cependant, les enjeux sociétaux fondamentaux du 21^e siècle nécessitent un profond changement dans l'exercice du métier d'ingénieur. Celui qui devait jusqu'ici prioritairement piloter des technologies établies devra désormais jouer le rôle de chef d'orchestre, pour organiser des projets complexes et gérer les compétences de nombreux acteurs de cultures fort différentes. Tout ceci implique une adaptation majeure de la formation des ingénieurs. Fort heureusement, nos EPF et HES sont bien préparées pour assumer cette transition. ■

Stellenausschreibung - Poste à pourvoir



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Professor of Architecture and Construction

The Department of Architecture (www.arch.ethz.ch) at ETH Zurich invites applications for the above-mentioned professorship.

The professorship conveys theoretical fundamentals as well as methodological and discipline-specific knowledge in the field of constructive design. Research shall advance the entire subject area. The professorship is geared towards the architect's scope of responsibilities, and towards building practice and the current state of development of building technology.

The new professor will supervise design courses in the second year of the bachelor programme. Taking into consideration the coinciding factors of production techniques, material properties, economics, and ecology, the tasks of constructive design will be addressed in lectures and seminars. A comprehensive, interdisciplinary, and sustainable understanding of architecture as part of the design process is to be taught. Like the teaching, the field of research encompasses issues of constructional practice as well as the development of architectural strategies that take into consideration the increasingly complex requirements placed upon the construction industry as well as the social demands for sustainable and energy-efficient construction. Transdisciplinary cooperative alliances shall be promoted in the process. Research experience is an advantage. The new professor will be expected to teach undergraduate level courses (German or English) and graduate level courses (English).

Candidates must be able to demonstrate a substantial architectural oeuvre. Further qualifications typically include a university degree, teaching experience, and expertise in construction technology as well as in designing and constructing buildings of high quality. Ideal candidates have a strong interest in participating in defining the course work and in further developing educational teaching models. They have leadership skills and, in a commitment to the Department's development, engage in their activities beyond the limits of their field.

Please apply online at www.facultyaffairs.ethz.ch

Applications should include a curriculum vitae, a list of publications, and a table of completed projects. The letter of application should be addressed to the President of ETH Zurich, Prof. Dr. Ralph Eichler. The closing date for applications is 31 August 2013. ETH Zurich is an equal opportunity and family friendly employer and is further responsive to the needs of dual career couples. In order to increase the number of women in leading academic positions, we specifically encourage women to apply.