

La Suisse a besoin d'ingénieurs

dossierpolitique

5 septembre 2011 Numéro 12

Pénurie de main d'œuvre qualifiée. Les ingénieurs ont un rôle fondamental à jouer dans la société. C'est à eux que nous devons les principales découvertes et innovations des temps modernes – en particulier des XXe et XXIe siècles. Ils sont la véritable clé d'un développement durable. À moyen et long terme, une pénurie de personnel qualifié dans les domaines MINT (mathématiques, informatique, sciences naturelles, technique) a un impact négatif sur la capacité de création de valeur et la compétitivité d'une économie. Il manque environ 16 000 ingénieurs en Suisse ; cette pénurie se traduit par une perte de création de valeur estimée à 2 voire 3 mrd fr. par an. Il faut prendre des mesures pour remédier à cette situation le plus rapidement possible !

Position d'economiesuisse et de Swiss Engineering

- ▶ Des efforts doivent être déployés durant la scolarité obligatoire et avant afin de promouvoir la compréhension technique.
- ▶ Le potentiel des femmes ainsi que des étrangers qualifiés – également hors de l'UE – doit être mieux exploité.
- ▶ Un financement suffisant des disciplines techniques dans les hautes écoles doit être garanti et renforcé : la part des fonds publics destinés à la formation technique a fortement reculé ces dernières années.
- ▶ La perméabilité de la formation permet aujourd'hui d'accéder aux hautes écoles à partir de tous les niveaux de formation. Les jeunes doivent en prendre davantage conscience.

1. Introduction¹

Le titre professionnel d'ingénieur désigne des personnes de qualification élevée, disposant d'une formation scientifique et travaillant dans le domaine technique. Les compétences classiques d'un ingénieur englobent d'une part des connaissances fondamentales étendues en mathématiques, informatique, sciences naturelles et technique (MINT) et, d'autre part, des connaissances spécialisées approfondies.

► La recherche créative de nouvelles solutions est la caractéristique principale du métier d'ingénieur

Le terme ingénieur vient du latin « ingenium » désignant un « esprit créatif et innovant ». La principale caractéristique distinctive des ingénieurs, à savoir la recherche créative de produits, processus et services innovants, est donc déjà contenue dans le titre professionnel. C'est aux visions et à la richesse d'idées d'ingénieurs que nous devons les principales découvertes et avancées techniques des temps modernes. Aujourd'hui, notre quotidien serait complètement différent sans les moyens de transport et de communication ou les systèmes d'information modernes. Tous ces acquis (la liste est longue) sont le fruit de découvertes pionnières d'ingénieurs².

► Aujourd'hui, les ingénieurs doivent de plus en plus travailler sur des systèmes complexes multidisciplinaires

Depuis des décennies, les ingénieurs jouent un rôle clé dans le progrès technologique et le développement de notre prospérité à long terme. La profession a par ailleurs subi de profonds changements. L'image simpliste de l'ingénieur expérimentant ses idées seul dans son atelier est aujourd'hui totalement dépassée. Les systèmes modernes sont des structures complexes s'inscrivant dans un contexte pluridisciplinaire ; c'est pourquoi les ingénieurs doivent être en mesure de collaborer avec des spécialistes des domaines les plus divers, en fonction de l'objectif visé. Aujourd'hui, les entreprises recherchent surtout des spécialistes travaillant comme des généralistes et capables de communiquer avec les autres régions linguistiques. La recherche n'est pas (plus) seulement une question de physique, mais intègre aussi de plus en plus souvent une dimension éthique et sociale, notamment dans les nouvelles disciplines comme l'ingénierie biomédicale, environnementale ou sociale. Dans un monde où la disponibilité des ressources est limitée, des connaissances fondamentales en économie et des approches rentables sont désormais demandées. Les notions d'efficacité, de rentabilité et de retour sur investissement sont familières à l'ingénieur.

► Outre la carrière spécialisée, d'autres options s'offrent de plus en plus aux ingénieurs, par exemple dans le domaine du management

Les exigences accrues ne constituent qu'une face de la médaille. Outre la carrière spécialisée classique, d'autres options s'offrent aux ingénieurs, par exemple dans le domaine du management. L'approche analytique et les vastes connaissances générales intéressent aussi bien les conseils d'administration et la direction des entreprises suisses que le secteur de la banque et des assurances ou les sociétés de conseil³.

¹ Ce dossier se fonde sur un travail de Dominik Hauri, économiste senior Economist, IWSB

² cf. Hüther et Koppel (2009)

³ cf. Umbach-Daniel et al. (2008)

2. Importance économique des ingénieurs

► Acteurs de l'innovation, les ingénieurs sont un facteur central pour la compétitivité et l'attrait d'une place économique

► D'après des estimations allemandes, les ingénieurs sont nettement plus productifs que la moyenne des travailleurs

► En Suisse, quelque 170 000 travailleurs sont spécialisés dans les domaines MINT

L'importance économique des ingénieurs revêt plusieurs dimensions. Deux aspects sont particulièrement importants : les ingénieurs apportent d'une part une contribution substantielle et généralement sous-estimée à la création de valeur économique. Même si ce n'est pas visible directement, une pénurie d'ingénieurs se traduit directement par un manque de création de valeur. Dans une économie intensive en recherche et en savoir comme la Suisse, la disponibilité de spécialistes techniques hautement qualifiés est un facteur important qui détermine l'attrait d'un lieu d'implantation et contribue à une croissance durable ainsi qu'à la création d'emplois au-delà du domaine des ingénieurs. Dans la littérature scientifique, un large consensus prévoit en outre que l'accélération des changements technologiques conduira à une forte augmentation des besoins en ingénieurs.

Contribution à la création de valeur économique sous-estimée

En Suisse, les ingénieurs apportent une contribution significative à la création de valeur économique. Comme les ingénieurs font partie du capital humain hautement qualifié, leur productivité est élevée. Il n'existe pas d'estimations concrètes pour la Suisse, mais en Allemagne, elle est supérieure d'environ 70 % à celle de la moyenne de tous les salariés (IW Cologne, 2008).

Selon le European Engineering Report 2010, 2,7 % des personnes exerçant une activité lucrative en Suisse étaient actives dans le domaine de l'ingénierie en 2001⁴. Ce taux est nettement supérieur à la moyenne européenne (cf. graphique). En Suisse, les spécialistes MINT sont plus de 170 000 (Gehrig et al., 2010). Même si l'on se fonde sur une estimation conservatrice, ils génèrent une part importante de la création de valeur totale en Suisse.

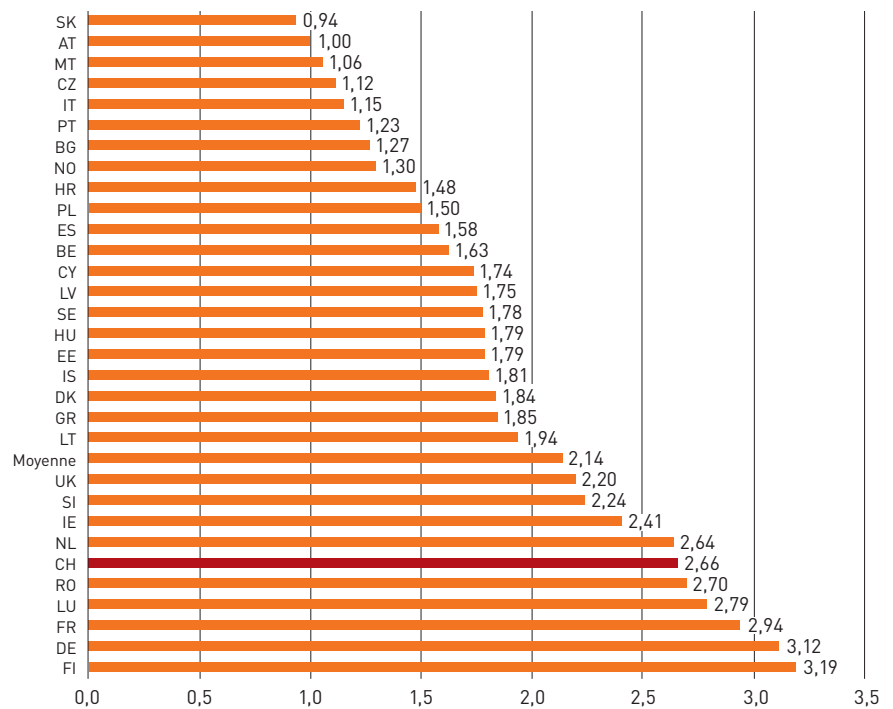
⁴ Cela ne signifie pas pour autant que l'ensemble des salariés ont fait des études supérieures (haute école universitaire ou haute école spécialisée).

Graphique 1

► Avec une part du marché du travail de 2,7 %, la Suisse se situe nettement en dessus de la moyenne européenne.

Part des ingénieurs sur l'ensemble des employés

En 2001



Source : Eurostat, European Engineering Report

► La pénurie d'ingénieurs nuit à la place économique et à la compétitivité

La pénurie d'ingénieurs a un coût substantiel

On parle de pénurie de spécialistes lorsque le nombre de postes vacants pour une qualification professionnelle donnée est supérieur au nombre de spécialistes qualifiés disponibles. Pour les entreprises, une pénurie implique notamment une augmentation des charges salariales (par ex. du fait des heures supplémentaires accomplies) ainsi que des frais de recrutement et de formation (par ex. lors de l'engagement de collaborateurs dont les qualifications ne correspondent pas tout à fait au profil du poste). Si l'entreprise doit refuser des mandats en raison d'une pénurie de spécialistes, sa position concurrentielle (internationale) est susceptible de se détériorer sensiblement. Lorsque la possibilité existe, les entreprises sont alors plus promptes à délocaliser certaines prestations dans des filiales à l'étranger, ce qui est nuisible pour l'économie nationale. Une étude réalisée au printemps 2009 sur la pénurie de spécialistes MINT a révélé que de nombreuses entreprises ont pris ce genre de mesures ces dernières années, même si les démarches et les efforts engagés varient d'une firme à l'autre (Gehrig et al., 2010).

► Les ingénieurs bénéficiant d'une bonne formation sont devenus rares, en particulier dans les segments de l'électrotechnique et de la technique des machines

Pour autant que l'ampleur de la pénurie soit connue et plausible, la perte directe de création de valeur qui en découle peut être chiffrée approximativement. Les auteurs de l'étude déjà évoquée estiment qu'il manquait plus de 14 000-15 000 spécialistes MINT en 2008, dont près de 10 000 dans le domaine de la technique (sans les technologies de l'information). À l'époque, les domaines de l'électrotechnique et de la technique des machines étaient les plus touchés. Une pénurie de près de 4000 spécialistes a également été relevée dans le domaine de l'informatique, alors que dans le secteur de la construction (bâtiment, planification et mensuration, architecture), un peu plus de 4000 postes n'ont pu être pourvus faute de candidats.

► La perte directe de création de valeur liée à la pénurie d'ingénieurs en Suisse est estimée à quelque 2,2 mrd fr. pour 2008

► Le progrès technologique est le principal moteur de croissance et de prospérité dans une économie

► Le degré de progrès technologique peut être influencé de manière ciblée

► Les ingénieurs jouent un rôle prépondérant pour la diffusion de l'innovation dans l'économie

► Les personnes ayant suivi une formation dans les domaines des sciences naturelles et de la technique peuvent contribuer particulièrement fortement à accroître la productivité d'une entreprise

La perte directe de création de valeur liée à la pénurie de spécialistes MINT calculée sur la base des salaires moyens des spécialistes de chaque domaine représentait quelque 2,2 mrd fr. ou 0,41 % du PIB en 2008. Dans le seul domaine de l'électrotechnique, elle se chiffrait 0,11 % du PIB ; une valeur similaire a été calculée pour le domaine de la technique des machines et de l'informatique (respectivement 0,09 % du PIB). Étant donné que ces calculs ne tiennent compte ni des effets connexes de la perte de création de valeur, ni des autres coûts indirects, ces estimations doivent être considérées comme des limites inférieures. L'absence d'innovation réduit la compétitivité d'un produit : les entreprises ne peuvent donc pas fixer des prix aussi élevés qu'elles le souhaiteraient quand elles ne disparaissent pas du marché. Il en résulte des conséquences directes sur l'emploi, les recettes fiscales et la croissance économique⁵.

Importance sur le long terme pour le progrès technologique

Les forces du marché amènent tôt ou tard un rééquilibrage de l'offre et de la demande de spécialistes, principalement au travers d'ajustements des salaires. Lorsque le marché de la formation fonctionne correctement, une pénurie de spécialistes est un phénomène passager. Cette situation temporaire ne doit en aucun cas conduire à une délocalisation durable des emplois vers l'étranger. Compte tenu de l'importance cruciale des spécialistes hautement qualifiés pour le progrès technologique et sa diffusion, les déséquilibres momentanés des marchés passent au second plan dans une perspective à long terme. Le progrès technologique contribue à améliorer l'efficacité de la mobilisation combinée de ressources matérielles et humaines et constitue, sur le long terme, le principal moteur de la croissance et de la prospérité économiques.

Que ce soit dans la littérature théorique ou empirique, il est aujourd'hui incontesté que le degré de progrès économique n'est pas le fruit de processus opaques, mais qu'il peut être influencé de façon ciblée par les investissements dans la recherche et le développement⁶. S'appuyant sur une enquête empirique, Guellec et van Pottelsberge (2001) parviennent par exemple à la conclusion qu'une augmentation de 1 % des activités de recherche et développement se traduit par une hausse de 0,13 % de la productivité totale des facteurs⁷, laquelle s'accompagne d'une croissance correspondante du PIB.

Les activités de recherche et développement des entreprises débouchent sur la création d'innovations, c'est-à-dire de nouveaux produits, services ou processus. Le progrès technologique mesurable ne résulte cependant pas que de la diffusion de ces innovations dans l'économie. L'importance des ingénieurs est de double nature : contrairement à la plupart des autres groupes professionnels, ils jouent un rôle clé aussi bien dans le processus d'innovation que dans le processus de diffusion.

Sans ingénieurs, pas d'innovation

La corrélation fortement positive entre la capacité d'innovation d'une entreprise (ou d'une économie) et la disponibilité de personnel hautement qualifié est incontestable. Des études empiriques soulignent de manière éclatante l'importance particulière des activités de recherche des ingénieurs dans l'entreprise. Selon Crépon et al. (1998), les collaborateurs ayant suivi une formation dans les domaines des sciences naturelles et de la technique, comme les ingénieurs, contribuent deux fois plus que les autres salariés aux gains de productivités dans l'entreprise.

⁵ Plus de 20 emplois dépendent indirectement d'un poste d'ingénieur et 5 à 6 directement.

⁶ Cf. p.ex. Romer (1990) et Aghion et Howitt (1998)

⁷ La productivité des facteurs correspond à l'augmentation de la production ne découlant pas d'une croissance des intrants (en principe travail, capital, sol).

Même si la Suisse obtient régulièrement d'excellents scores dans les classements internationaux de l'innovation⁸, de nombreux pays sont en train de combler leur retard, et ce depuis des années. Nombre d'entre eux déploient justement d'importants efforts dans le domaine de l'ingénierie, alors qu'en Suisse aucune dynamique semblable n'est observée. Si cette tendance perdure, la capacité d'innovation de notre pays sera menacée à moyen terme.

► La demande mondiale de prestations d'ingénierie innovantes augmente – notamment en raison de la raréfaction des ressources naturelles

Une telle évolution serait fatale du point de vue économique, car les besoins globaux de prestations d'ingénierie innovantes ne cessent d'augmenter. Les tendances à long terme comme la raréfaction des ressources naturelles, la prise de conscience environnementale et la densification de la population soulèvent des défis ne pouvant être résolus sans le savoir-faire et la créativité des ingénieurs. Citons notamment les domaines suivants⁹.

- *Production d'énergie renouvelable et stockage de l'énergie* : un approvisionnement énergétique sûr et stable est une priorité absolue pour le développement de la prospérité. À moyen et long termes, les énergies épuisables doivent être remplacées par des énergies issues de sources renouvelables. Malgré les progrès réalisés, des avancées technologiques sont encore nécessaires. La question non résolue du stockage efficace des énergies renouvelables est particulièrement importante.
- *Efficacité énergétique dans les utilisations finales* : même si d'importants efforts ont déjà été déployés pour améliorer l'efficacité énergétique des appareils ménagers et des processus de production, la croissance économique s'accompagne comme par le passé d'une augmentation de la consommation de ressources. De nouvelles percées technologiques sont donc nécessaires ; le potentiel n'est épuisé ni dans les applications ménagères, ni dans la production industrielle.
- *Mobilité et transport* : avec la densification de la population, le besoin de mobilité se traduit par une augmentation continue de la part du trafic routier, ferroviaire et aérien à la consommation totale d'énergie. Des moyens de transport et des infrastructures présentant un bilan écologique nettement plus favorable seront requis à l'avenir.
- *Habitat et cadre de vie* : l'être humain attache depuis toujours une grande importance à la création d'un espace de vie agréable et confortable. La tendance à la densification des zones d'habitation constitue un véritable défi, mais offre aussi des opportunités d'exploiter les synergies et d'utiliser les ressources de façon plus rationnelle. L'avenir réside dans les progrès de la technologie du bâtiment et de la planification du bâtiment, ainsi que dans des infrastructures modernes comme les réseaux électriques intelligents (smart grids).

► Les innovations techniques doivent être utilisées efficacement, sinon elles restent sans valeur

Le rôle important des ingénieurs pour la diffusion

Les collaborateurs hautement qualifiés jouent également un rôle essentiel dans le processus de diffusion des nouvelles applications techniques. Dans la concurrence internationale entre les places économiques, il est indispensable que les nouvelles découvertes se concrétisent rapidement et puissent être utilisées de façon rentable. Le degré de complexité croissant des produits, processus et systèmes exige toujours davantage de personnel au bénéfice d'une formation technique approfondie. Une innovation technique qui ne peut être utilisée est en fin de compte sans valeur pour l'économie.

⁸ cf. par ex. Innovation Union Scoreboard 2011

⁹ cf. <http://www.wec2011.ch/the-convention/main-topics/>

Dans toutes les économies intensives en recherche et en savoir, la demande de spécialistes hautement qualifiés a fortement augmenté ces dernières années et cette tendance n'est pas près de s'inverser. Dans la littérature scientifique, on parle de « changement technologique favorisant les qualifications »¹⁰. En Suisse, le changement structurel vers une société du savoir axée sur la technologie se reflète dans les besoins environ dix fois plus élevés qu'en 1950 de spécialistes techniques.

► Si le travail à la chaîne est de plus en plus automatisé, il faut un nombre croissant de personnes capables d'utiliser et d'améliorer ces automates

Le revers de la médaille du « changement technologique favorisant les qualifications » réside dans l'automatisation des tâches simples et répétitives, une évolution qui entraîne une diminution graduelle de la demande de main-d'œuvre moins qualifiée. Il ne faut pourtant pas en conclure que la machine se substitue à l'homme. Au contraire, les deux facteurs de production demeurent étroitement liés¹¹. Un ordinateur n'est par exemple guère en mesure de fonctionner par lui-même ; il soutient bien davantage le collaborateur qui l'utilise dans le processus de création de valeur. À long terme, le niveau de création de valeur et de l'emploi d'un pays dépendent donc fortement de la capacité des spécialistes disponibles à mettre à disposition le savoir faire requis – en particulier dans le domaine de la technologie.

► Depuis des années, de nombreuses entreprises suisses peinent souvent à pourvoir les postes d'ingénieur vacants

3. Pénurie d'ingénieurs

Le manque de personnel qualifié est toujours un concept théorique, dans la mesure où, le jeu de l'offre et de la demande conduit tôt ou tard à une compensation de déséquilibres passagers. On se gardera toutefois d'en conclure que la pénurie d'ingénieurs observée ces dernières années est imaginaire ou n'occasionne aucun coût économique. En effet, nombre d'entreprises en Suisse, dans le secteur industriel principalement, sont confrontées depuis plusieurs années à de sérieux problèmes de recrutement d'ingénieurs. Quelques-unes des conséquences du déficit d'ingénieurs sur l'attrait de la place économique helvétique ont déjà été évoquées plus haut.

L'évaluation la plus récente établie selon une méthode statistique reconnue fait état, en mars 2009, de la pénurie de spécialistes MINT en Suisse suivante :

Tableau 1

► Au printemps 2009, il manquait quelque 14 000 ingénieurs au total sur le marché du travail helvétique.

Pénurie de spécialistes MINT en mars 2009

1 Informatique	3688
Domaine MINT informatique	3688
2 Génie électrique	1085
3 Génie mécanique	930
4 Microtechnique	862
5 Ingénierie de gestion	185
6 Autres domaines de l'ingénierie	1287
Domaine MINT technique	4348

¹⁰ Siegel (1999)

¹¹ Vgl. Hüther und Koppel (2009)

Domaine supérieur MINT technique et technologies de l'information	8036
7 Génie civil	2879
8 Planification et mesures	508
9 Architecture	784
Domaine MINT construction	4172
10 Chimie et génie des procédés	94
11 Biotechnologie et sciences de la vie	374
12 Technologie pharmaceutique et médicale	530
Domaine MINT chimie et sciences de la vie	998
13 Géographie	- 15
14 Sciences exactes	191
15 Autres MINT	691
Domaine MINT autres	882
MINT Total	14088

Source : Bureau BASS, Berne

► La pénurie de travailleurs spécialisés a des origines conjoncturelles et structurelles

Selon les chiffres ci-dessus, la pénurie de personnel qualifié était, en mars 2009, de 4300 environ dans le domaine de la technique et de respectivement 4200 et 3700 dans les domaines de la construction et de l'informatique. Au total, le déficit de spécialistes MINT se chiffrait à plus de 14 000. Il convient ici toutefois de préciser qu'il existe un lien étroit entre un manque de personnel qualifié et le niveau des carnets de commande des entreprises. Autrement dit, une pénurie diminuera très rapidement dans un contexte de ralentissement conjoncturel. Cela étant, plusieurs indices indiquent que, en Suisse, le manque de spécialistes comporte une composante structurelle susceptible de remettre en question la croissance à long terme. Nous allons ci-après approfondir certains aspects de ce problème.

► Des pays comme la Finlande et la Corée forment nettement plus d'ingénieurs, proportionnellement, que la Suisse

La situation du côté des diplômés

Le graphique 2, page 8, compare, pour l'année 2005, le nombre de diplômés en ingénierie ou en informatique pour 1000 employés en Suisse avec celui de divers pays de l'OCDE¹². Il apparaît clairement que notre pays a un taux de nouveaux diplômés très bas en comparaison internationale, puisqu'on n'y recense que 1,1 ingénieur et 0,3 informaticien diplômé pour 1000 employés (Gehrig et Fritschi, 2008). Ce faible taux contraste fortement avec le nombre total de personnes occupées dans le secteur de l'ingénierie.

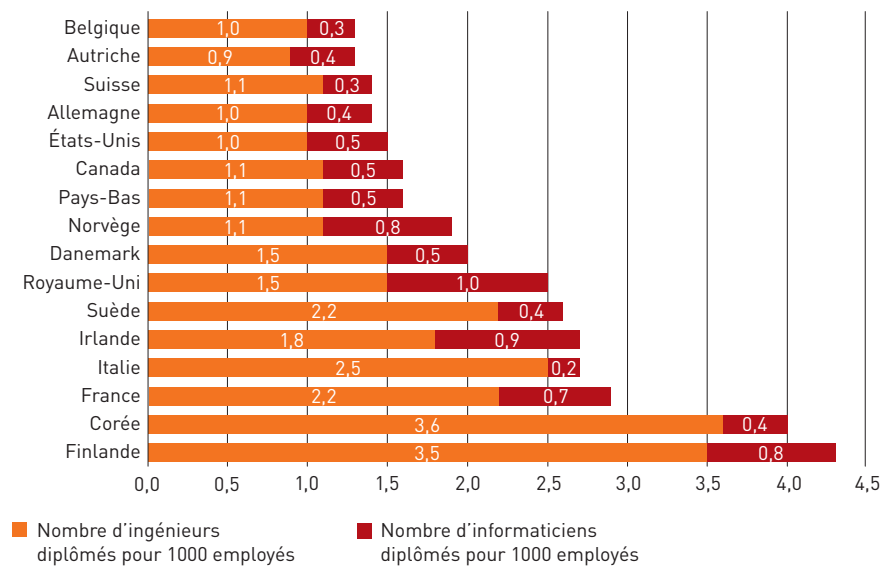
Alors que le nombre d'ingénieurs et d'informaticiens en l'Allemagne et aux États-Unis est comparable à celui de la Suisse, on observe des taux particulièrement élevés en Finlande et en Corée, où le rapport est de quatre ou plus pour 1000 employés. Dans les études PISA, ces deux États réalisent d'ailleurs d'excellents scores pour les compétences en mathématiques et en sciences naturelles, ce qui témoigne de l'importance d'une socialisation technique précoce pour le choix professionnel futur.

¹² Conformément au standard international, les diplômes de fin d'études suivants ont été pris en compte pour la Suisse : école supérieure ESCEA/ETS, haute école spécialisée ou université/haute école universitaire.

Grafique 2

► En comparaison internationale, la Suisse est à la traîne en ce qui concerne le nombre de diplômés.

Nombre d'ingénieurs et d'informaticiens diplômés pour 1000 travailleurs En 2005



Source : Bureau BASS, Ingenieurmangel in der Schweiz und im Kanton Graubünden, 2008

► Entre 1990 et 2007, le nombre d'étudiants en ingénierie a reculé de 15 %

Le taux de nouveaux diplômés augmente uniquement lorsque les adolescents sont plus nombreux à s'intéresser aux branches de l'ingénierie. La tendance à long terme n'est malheureusement guère encourageante. Entre 1990 et 2007, le nombre de nouveaux étudiants dans cette filière a en effet reculé de 15 %. Durant cette même période, le nombre de diplômes décernés dans les domaines de l'ingénierie et de l'informatique a légèrement progressé, il est vrai, mais cette évolution est due exclusivement à une hausse purement temporaire du nombre de nouveaux diplômés en informatique (Gehrig et Fritschi, 2008).

► L'inversion de la tendance observée ces dix dernières années n'est qu'apparente

Observée sur un laps de temps plus court, la tendance est un peu plus positive. Ainsi, selon le baromètre de la relève des ingénieurs établi chaque année par l'association Engineers Shape our Future IngCH (voir Umbach-Daniel, 2010), le nombre de nouveaux étudiants dans les filières de l'ingénierie a augmenté, entre 2000 et 2009, de 30 % dans les hautes écoles universitaires et de 25 % dans les hautes écoles spécialisées¹³. Cette tendance à première vue réjouissante l'est toutefois moins lorsqu'on tient compte du fait que durant cette même période, le nombre d'inscriptions toutes filières confondues a progressé de respectivement 20 % et 125 % dans les hautes écoles universitaires et les hautes écoles spécialisées.

► En Suisse, 16,3 % des ingénieurs et informaticiens diplômés sont des femmes. C'est très peu en comparaison internationale

Femmes ingénieurs

En Suisse, les professions de l'ingénierie attirent surtout les hommes. La proportion de femmes au total des diplômés en informatique et en ingénierie est de 16,3 % seulement, un chiffre extrêmement bas en comparaison internationale. Parmi les États de l'OCDE, seuls les Pays-Bas et le Japon font moins bien (Gehrig et Fritschi, 2008).

¹³ L'EPFZ et l'EPFL ont toutes deux aussi enregistré durant cette période de dix ans (2000 à 2009) une hausse marquée du nombre de nouveaux étudiants, soit de respectivement 42 % et 29 %.

Le faible taux de diplômés en ingénierie de la Suisse s'explique dans une large mesure par le manque d'intérêt des femmes pour les filières techniques. Dans l'espace de l'OCDE, le nombre de nouveaux diplômés pour 1000 employés est fortement corrélé avec la proportion de femmes. La Finlande et la Corée, par exemple, affichent une part de femmes de quelque 35 %.

► Le nombre total de diplômés ne peut être augmenté que si on parvient à éveiller l'intérêt de davantage de femmes pour des métiers techniques

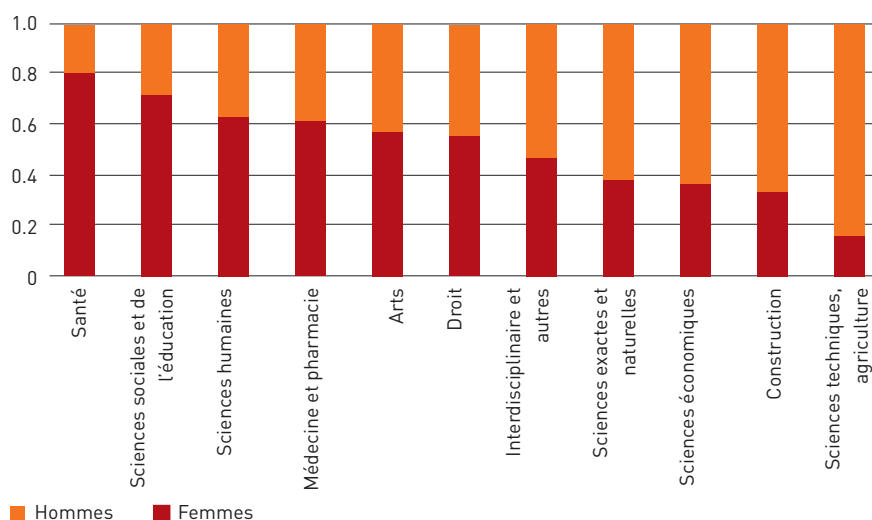
Si l'on entend augmenter durablement le nombre de nouveaux diplômés en Suisse, il faut donc réussir à motiver davantage les femmes à choisir les filières de l'ingénierie et de l'informatique. Malheureusement, il n'y a pas de recette miracle qui permettrait d'y parvenir rapidement. À titre d'explication pour la faible proportion de femmes, les chercheurs évoquent principalement des différences liées au sexe dans la socialisation technique. Pour être efficaces, les mesures correspondantes doivent donc agir tôt dans le parcours de formation des futurs travailleurs, tout en sachant que, même si elles débouchent sur les résultats escomptés, elles ne déploieront leurs effets qu'après un certain nombre d'années.

Graphique 3

► Les métiers scientifiques et techniques restent peu séduisants aux yeux de la majorité des femmes.

Part des femmes dans différents domaines

En 2010



Source : Office fédéral de la statistique, OFS

► Dans les hautes écoles universitaires, on observe les premiers signes d'un changement de tendance

Vue sous un angle positif, on peut dire que la proportion de femmes, parce qu'elle est faible, recèle un important potentiel qu'il s'agit de mobiliser. D'ailleurs, divers indices indiquent d'ores et déjà que la part des femmes au total des diplômés devrait augmenter dans un proche avenir. Un examen attentif de l'évolution des nouvelles entrées et des diplômés de fin d'études en ingénierie au cours des dernières années révèle que la proportion de femmes a régulièrement progressé¹⁴. Ainsi, la part des femmes dans les nouvelles inscriptions aux hautes écoles universitaires est passée de 20 % en 2000 à 27 % en 2009. S'agissant des titres de fin d'études au niveau du diplôme ou du master, elle a augmenté de 9 points de pourcentage pour s'inscrire à 23 %. On observe les mêmes tendances dans les hautes écoles spécialisées, sauf que la proportion de femmes y est nettement inférieure à celle des hautes écoles universitaires.

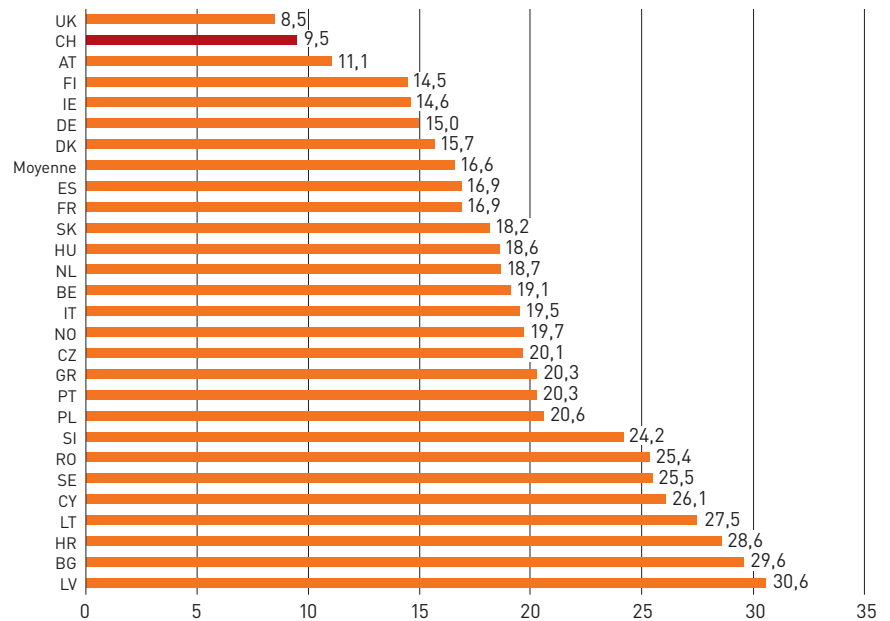
¹⁴

Voir à ce sujet Umbach-Daniel et al. [2010]

Graphique 4

► Les femmes ne représentent même pas 10 % des ingénieurs suisses – c'est nettement moins que dans la plupart des autres pays.

Pourcentage de femmes sur le total des ingénieurs en activité En 2007



Source : European Engineering Report

► La pénurie d'ingénieurs en Suisse s'intensifiera ces prochaines années sous l'effet de l'évolution démographique

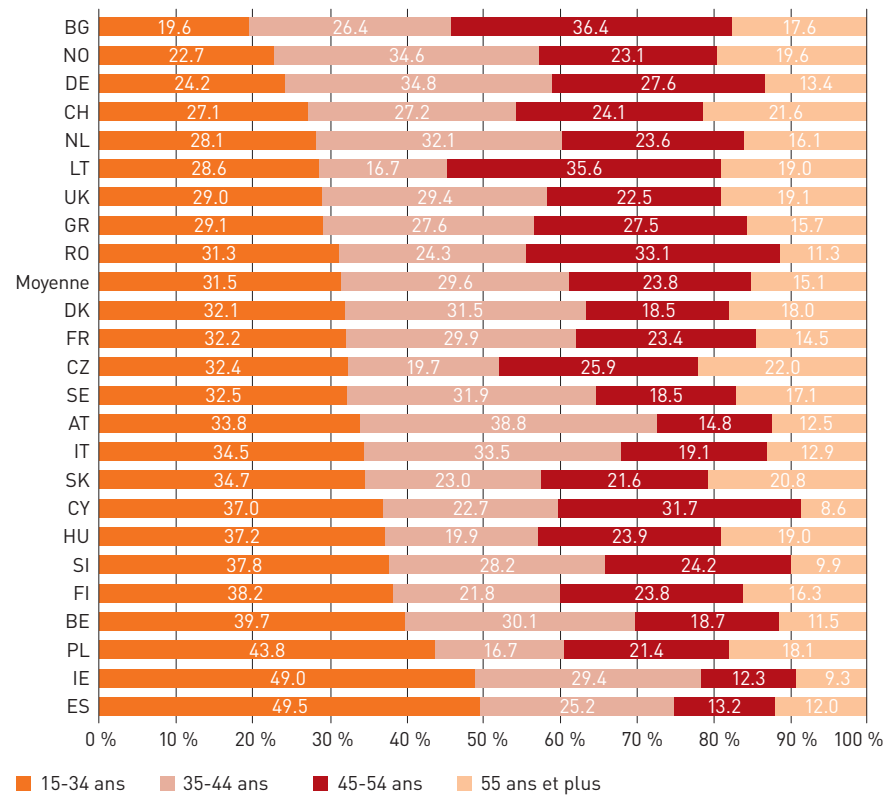
Vague imminente de départs à la retraite

La stagnation du nombre d'ingénieurs diplômés en Suisse pose des problèmes à plus d'un titre, le vieillissement démographique étant l'un des sujets de préoccupation majeurs. En effet, la structure d'âge des employés du secteur de l'ingénierie est aujourd'hui déjà défavorable en Suisse en comparaison internationale. Pour la tranche d'âge des moins de 35 ans, seules la Norvège et l'Allemagne présentent un taux inférieur à celui de la Suisse selon l'European Engineering Report 2010. À cela s'ajoute que, en Suisse, la part des travailleurs âgés de 55 ans et plus est nettement supérieure à la moyenne avec 22 %. Il n'y a qu'en République tchèque que cette proportion est légèrement plus élevée ; dans la plupart des autres pays, elle est sensiblement inférieure à celle de la Suisse. Si plusieurs explications sont possibles (p. ex. un âge de la retraite plus élevé en Suisse que dans la majorité des pays européens), cela ne change rien au fait que notre pays devra faire face dans les années à venir à une véritable vague de départs à la retraite de personnes actives dans le secteur de l'ingénierie.

Graphique 5

► 22 % des ingénieurs actifs en Suisse ont 55 ans et plus. Proportionnellement, les ingénieurs de cette tranche d'âge sont plus nombreux que la moyenne internationale.

Structure d'âge des ingénieurs en activité
En 2007



Source : European Engineering Report

► Le taux de remplacement indique combien de spécialistes sont disponibles pour remplacer un ingénieur qui prend sa retraite

L'un des principaux indicateurs d'une pénurie d'ingénieurs imminente est ce qu'on appelle le taux de remplacement. Ce taux indique le nombre d'ingénieurs à disposition sur le marché du travail pour remplacer un ingénieur proche de la retraite. Un taux de remplacement de 1 signifie que, pour une demande constante, le nombre d'ingénieurs fraîchement diplômés suffit tout juste pour remplacer les ingénieurs âgés qui se retirent du monde du travail¹⁵. Selon les estimations de Gehrig et Fritschi (2008), le taux de remplacement des ingénieurs s'élevait en 2000 à 1,5 en Suisse. Les taux actuellement observés à l'échelle internationale sont tantôt plus élevés, tantôt plus faibles. Au sein de l'OCDE, c'est la Suède qui mène le classement avec un taux de remplacement de 4,7. Quant à l'Allemagne, dont le réservoir d'ingénieurs est le plus important d'Europe en chiffres absolus, elle souffre d'un manque aigu d'ingénieurs (taux de remplacement de 0,9).

► Le taux de remplacement actuel est insuffisant pour répondre à la demande croissante de prestations d'ingénieurs

Faute de données récentes, il est difficile de savoir dans quelle mesure le taux de remplacement a évolué en Suisse depuis 2000. Force est toutefois de constater qu'un taux de remplacement de 1,5 est loin d'être satisfaisant, d'autant moins lorsqu'on sait que la demande d'ingénieurs devrait continuer d'augmenter sous l'effet d'une influence croissante des technologies¹⁶.

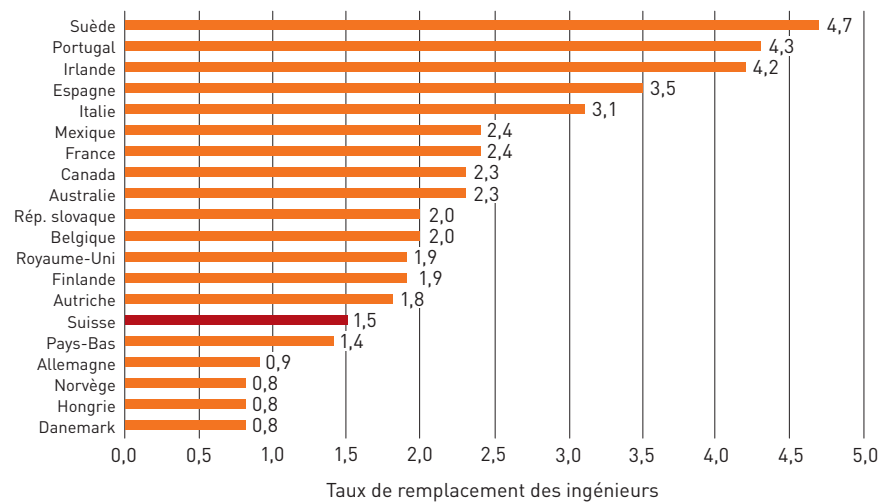
¹⁵ Pour les détails du calcul, voir Gehrig et Fritschi (2008)

¹⁶ En outre, il faut tenir compte du fait que de nombreux ingénieurs (futurs) ne travailleront probablement pas pendant toute leur vie active comme ingénieur.

Graphique 6

► Même avec un taux de remplacement de 1,5, la Suisse se trouve aujourd'hui dans une situation inconfortable.

Taux de remplacement des ingénieurs en comparaison internationale En 2000



Source : Bureau BASS, Ingenieurmangel

► Entre 1980 et 2000, le pourcentage d'ingénieurs actifs dans l'industrie a chuté de 50 % à 26 %

► Le secteur des services en particulier offre de nombreux domaines d'activité intéressants pour des ingénieurs

Salaire des ingénieurs et branches économiques

Le savoir-faire de spécialistes hautement qualifiés est de plus en plus recherché, également dans les branches qui ne sont pourtant pas considérées comme des employeurs « classiques » d'ingénieurs. Ce constat, qui vient corroborer la thèse du « skill-biased technological change » (changement technologique qui favorise les emplois qualifiés), est aussi étayé de manière claire et nette par les données recueillies lors des recensements de la population de 1980 et 2000 : ainsi, en 1980, près de 50 % des personnes actives qui exerçaient un métier d'ingénieur travaillaient dans l'industrie. Deux décennies plus tard, ce taux n'est plus que de 26 % (Gehrig et Fritschi, 2008).

En revanche, la proportion d'ingénieurs occupés dans le secteur des services a progressé durant ce même laps de temps, passant de 50 % à 66 %. Cette évolution est imputable principalement à la hausse de la demande d'ingénieurs (+ 4700 entre 1980 et 2000) dans certaines branches telles que les banques, les assurances, l'immobilier et les conseils. Si l'on admet que cette tendance s'est poursuivie ces dix dernières années, ce qui semble fort probable, alors il y aurait aujourd'hui moins d'un ingénieur sur quatre qui travaille encore dans l'industrie.

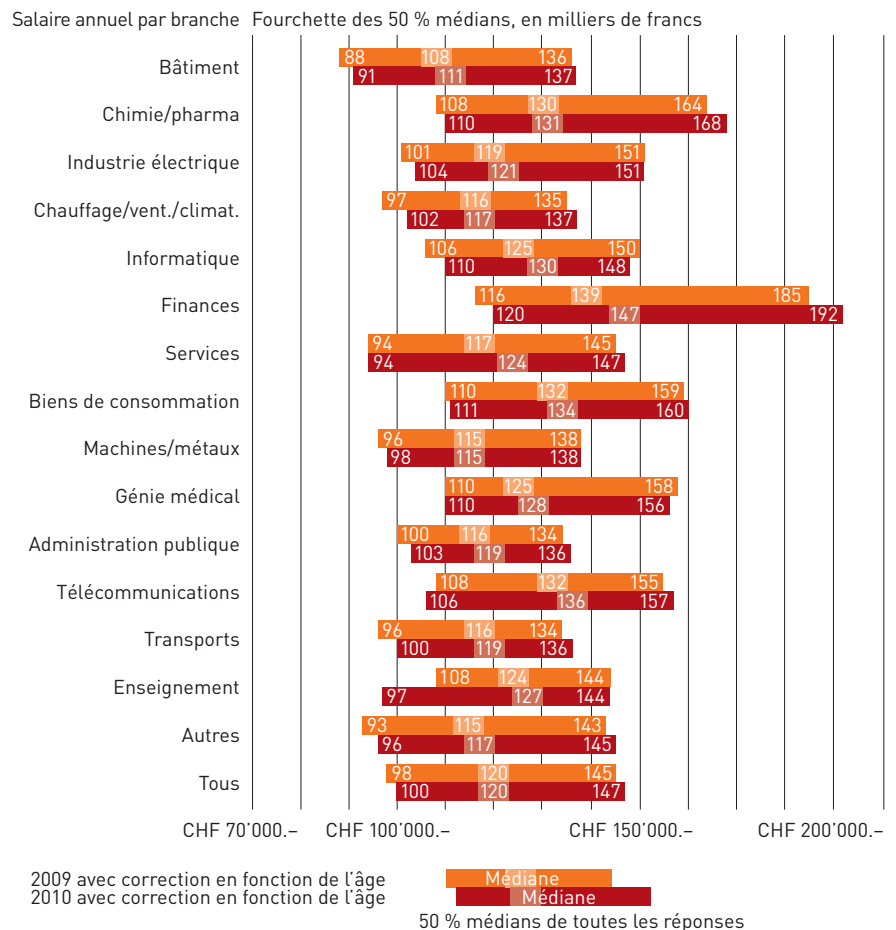
► Comme le secteur des services peut offrir des salaires plus élevés, les autres branches économiques ont d'autant plus de difficultés à recruter des ingénieurs

Le champ d'activité toujours plus étendu des ingénieurs renforce l'attrait de la profession, mais augmente aussi les difficultés de recrutement rencontrées par les branches qui ne peuvent offrir le même niveau de salaire que le secteur des services. Le graphique 7 indique les salaires médians bruts des ingénieurs par branche en 2010. Il en ressort que, mesuré à la médiane corrigée de l'âge, ce sont les domaines des finances (CHF 147 000) et des télécommunications (CHF 136 000) qui offrent les meilleures rémunérations. Suivent les branches des biens de consommation (CHF 134 000), de la chimie/pharmacie (CHF 131 000) et du génie médical (CHF 128 000). Dans l'ensemble, la tendance à la hausse de ces dernières années s'est confirmée d'une part, grâce à la branche des finances et grâce à l'évolution positive des salaires des ingénieurs dans les domaines de l'informatique (CHF 130 000 contre CHF 125 000) et des services (CHF 124 000 contre CHF 117 000), d'autre part. À l'exception du secteur des machines/métaux, où le salaire annuel marque le pas à CHF 115 000, les salaires ont progressé dans toutes des branches¹⁷.

Graphique 7

► Le domaine de la finance paie bien mieux les ingénieurs que la branche des machines et du métal.

Salaires médians bruts des ingénieurs par branches
En 2010



Source : Brochure Salaires 2010/2011, Swiss Engineering STV UTS ATS

Vue sous cet angle, la pénurie d'ingénieurs doit d'abord être interprétée comme un déficit d'ingénieurs bien formés mais néanmoins payables pour les entreprises industrielles.

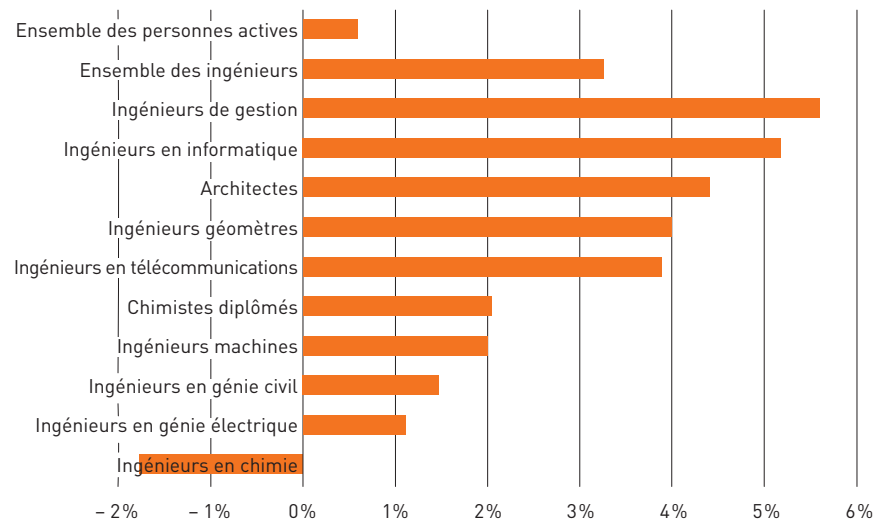
¹⁷ Swiss Engineering STV UTS ATS, brochure Salaires, 2010/2011

L'évolution générale des salaires des ingénieurs traduit clairement la raréfaction des ingénieurs. Le graphique 8 illustre la progression réelle (corrigée de l'inflation) des salaires des ingénieurs entre 2005 et 2008 comparée à la moyenne de tous les salaires¹⁸.

Graphique 8

► L'évolution des salaires des ingénieurs en Suisse reflète le faible niveau de l'offre sur le marché du travail.

Progression des salaires entre 2005 et 2008



Source : Bureau BASS, Ingenieurmangel in der Schweiz und im Kanton Graubünden, 2008

► La complexité croissante des systèmes nécessite de plus en plus souvent une formation d'ingénieur poussée

► Ces dernières années, les entreprises suisses ont embauché davantage de spécialistes à l'étranger

4. Recrutement d'ingénieurs

La pénurie de spécialistes explique les difficultés des entreprises à recruter des ingénieurs, mais n'est pas la seule raison. En effet, les ingénieurs ne forment pas un groupe homogène, il importe que les qualifications proposées par les candidats coïncident parfaitement avec le profil du poste. Étant donné la complexité croissante des systèmes, il est en outre de plus en plus rarement possible de pourvoir un poste d'ingénieur par une personne qui n'est pas titulaire d'une formation d'ingénieur supérieure. Dans d'autres métiers, la perméabilité de la main-d'œuvre est nettement plus élevée que dans les professions de l'ingénierie, où elle ne va pour ainsi dire que dans un sens (passage d'un emploi spécialisé à une fonction de management ou dans une banque, une compagnie d'assurance, etc.).

Depuis quelques années, les entreprises suisses sont plus nombreuses à se tourner vers l'étranger pour recruter des ingénieurs. Le fait que les qualifications recherchées chez un ingénieur vont souvent au-delà de connaissances purement techniques (langue, réseaux, connaissances locales, etc., par exemple) laisse penser que la recherche de main-d'œuvre hors des frontières helvétiques est généralement motivée par la pénurie d'ingénieurs en Suisse.

¹⁸ Voir Conseil fédéral (2010), données fondées sur l'enquête sur les salaires de Swiss Engineering

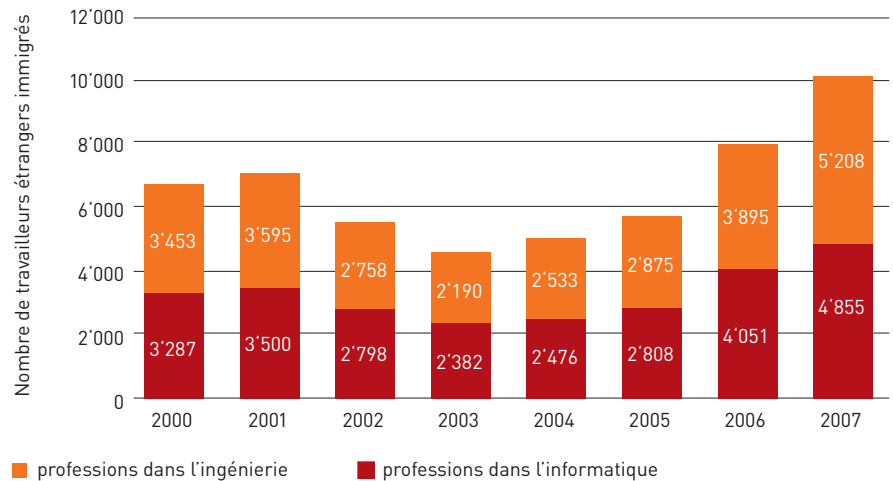
De 2000 à 2005, l'immigration d'ingénieurs et d'informaticiens – mesurée à tous les groupes de professions – était encore légèrement inférieure à la moyenne. Entre-temps, la situation s'est rapidement inversée, tant et si bien que, entre 2000 et 2007, le nombre d'ingénieurs et d'informaticiens recrutés à l'étranger a nettement excédé la moyenne des autres métiers (Gehrig et Fritschi, 2008).

Graphique 9

► Depuis 2003, on constate une forte augmentation du nombre des ingénieurs et informaticiens venus de l'étranger.

Nombre de travailleurs étrangers immigrés

De 2000 à 2007



Source : Bureau BASS, Ingenieurmangel in der Schweiz und im Kanton Graubünden, 2008.

► Le potentiel est aussi limité à l'étranger. Pour des raisons linguistiques, les travailleurs sont recrutés avant tout en Allemagne, en France et en Italie

Il est important pour les entreprises suisses de pouvoir recruter des spécialistes à l'étranger, car elles peuvent ainsi pallier en partie la pénurie menaçante, voire avérée, de personnel qualifié. Cela étant, le potentiel représenté par la main-d'œuvre recrutée à l'étranger est limité : d'une part, parce que, grâce à la qualité de l'enseignement dans les hautes écoles techniques suisses, les ingénieurs indigènes bénéficient d'un excellent niveau de formation avec lequel de nombreux ingénieurs étrangers ne peuvent rivaliser. D'autre part, parce que, pour des raisons de langue, les entreprises suisses recherchent des ingénieurs venant d'Allemagne avant tout, mais aussi de France et d'Italie. Notre voisin allemand doit toutefois lui aussi faire face depuis plusieurs années à un manque aigu d'ingénieurs (Institut der deutschen Wirtschaft, Cologne, 2008), ce qui renchérit les procédures de recrutement d'ingénieurs allemands.

► La croissance économique et l'évolution démographique aggraveront la pénurie d'ingénieurs en Suisse

5. Mesures et exigences politiques

Il ressort de ce qui précède que la pénurie d'ingénieurs en Suisse n'est pas un phénomène purement conjoncturel, mais qu'elle est aussi de nature structurelle. Si la croissance économique se poursuit, la situation ne devrait pas se détendre rapidement. Au contraire, la pénurie pourrait même encore s'aggraver prochainement sous l'effet de l'évolution démographique, de l'accélération des changements technologiques et du nombre toujours faible de nouveaux étudiants dans les filières de l'ingénierie.

► L'objectif principal : augmenter fortement le nombre d'étudiants diplômés dans les filières d'ingénierie et d'informatique

Une amélioration durable sur le marché du travail des ingénieurs passe par la mise en œuvre de mesures ciblées en vue d'accroître le nombre des nouveaux diplômés. Il s'agit en priorité d'induire une hausse significative et durable du nombre de diplômes supérieurs délivrés dans les spécialisations de l'ingénierie et de l'informatique. S'il n'existe pas de recettes miracle, il apparaît néanmoins clairement que les mesures doivent se focaliser sur les domaines suivants :

- *Promotion de la compréhension technique au niveau de l'école obligatoire déjà* : de nombreuses études attestent que les jalons du futur choix de la branche d'études sont posés dès le plus jeune âge. Les bacheliers sans affinités particulières pour les métiers techniques n'opteront guère pour des études d'ingénierie. Il importe donc d'éveiller tôt l'intérêt des jeunes pour les disciplines techniques (encore pendant l'école obligatoire) et d'encourager les vocations par des mesures idoines. Les matières telles que les sciences naturelles et les mathématiques doivent également être promues, car on sait que les élèves qui obtiennent de bons résultats dans ces branches sont plus nombreux à s'orienter vers les filières de l'ingénierie¹⁹. Des mesures s'imposent aussi au niveau du personnel enseignant, notamment dans les hautes écoles pédagogiques et les programmes de perfectionnement.
- *Meilleure visibilité des voies de formation possibles* : les jeunes gens talentueux qui, à 15 ans par exemple, ont opté pour un apprentissage professionnel doivent être mieux informés des possibilités d'obtenir un diplôme d'une haute école ou une maturité professionnelle et être encouragés dans cette voie.
- *Augmentation de la part de femmes parmi les diplômés MINT* : une hausse du nombre de diplômés présuppose une croissance significative de la part de femmes. Il convient donc d'identifier les raisons pour lesquelles les filles se montrent peu intéressées par les métiers techniques et de combattre ces réticences de manière ciblée au niveau de l'école. Les employeurs sont quant à eux invités à prendre des mesures afin de permettre aux ingénieurs de mieux concilier vie familiale et vie professionnelle.
- *Accès facilité pour les étrangers titulaires d'un diplôme d'une haute école* : en période de pénurie aiguë d'ingénieurs, le recours à la main-d'œuvre spécialisée étrangère est une solution efficace pour détendre la situation sur le marché du travail. À cet effet, il faut faciliter l'accès au marché du travail suisse aux personnes hautement qualifiées originaires de pays extérieurs à l'UE ou à l'AELE.
- *Financement suffisant des disciplines techniques dans les hautes écoles et hausse des budgets mis à leur disposition* : la part en pour-cent des fonds publics destinés à la formation technique a fortement reculé ces dernières années.

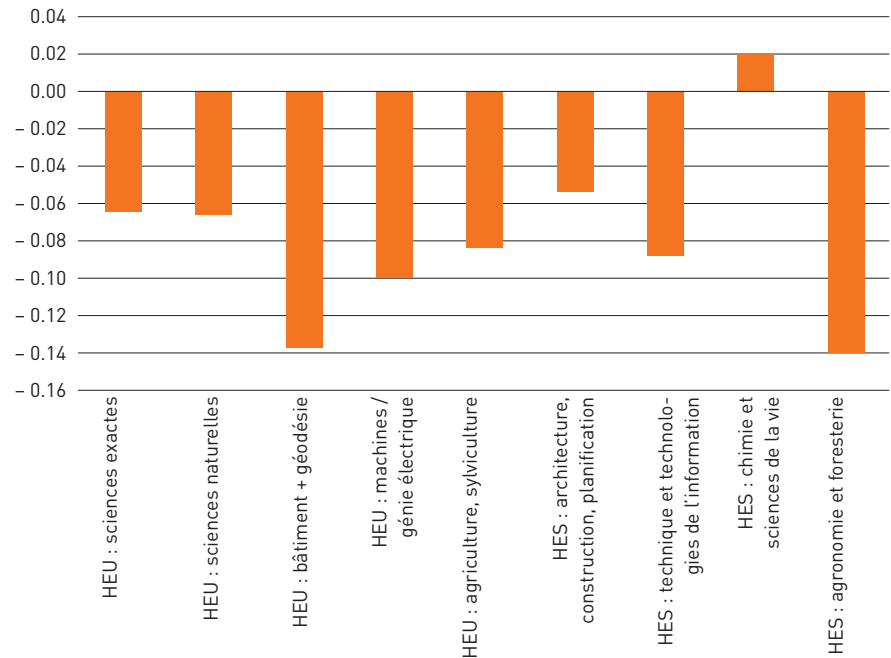
¹⁹ Le type et la méthode d'enseignement constituent également des paramètres importants. Les enfants qui se familiarisent très jeunes et de manière ludique avec la technique et les sciences économiques seront plus enclins à choisir une profession technique.

Graphique 10

► La part des fonds publics destinés à la formation dans les métiers techniques diminue. Il importe de stopper cette évolution.

Variation des parts des fonds publics affectés à diverses filières

De 2007 à 2009, en %



Source : Office fédéral de la statistique, OFS

► Le monde du travail est davantage orienté technique et les ingénieurs sont demandés dans un nombre toujours plus grands de domaines

6. Résumé

Les ingénieurs jouent un rôle particulier dans l'économie à divers points de vue. En tant que main-d'œuvre dotée d'une productivité supérieure à la moyenne, ils apportent une contribution substantielle et généralement sous-estimée à la création de valeur économique. En tant que créateurs d'innovations, ils sont par ailleurs l'un des moteurs du changement technologique. Avec l'accélération de ce processus, leurs connaissances et leur mode de pensée analytique sont toujours plus demandés, également dans des domaines hors de leur spécialisation. Depuis 1950, la demande d'ingénieurs a décuplé en Suisse et cette tendance n'est pas près de s'inverser. À l'avenir, la disponibilité suffisante de savoir-faire d'ingénierie sera un facteur indispensable pour préserver l'attrait de notre place économique, soutenir son expansion et favoriser une évolution positive de l'emploi.

► La Suisse est confrontée depuis des années à une pénurie d'ingénieurs, qui freine la croissance économique

Cependant, la situation actuelle n'est pas vraiment réjouissante. La pénurie d'ingénieurs qui se fait sentir depuis des années commence à avoir un impact sur la croissance de certains secteurs industriels. Pour les entreprises concernées, cette pénurie implique qu'elles ne peuvent engager les spécialistes qualifiés dont elles ont besoin. Mis à part l'augmentation de la demande structurelle, les causes du déséquilibre entre l'offre et la demande résident notamment dans le faible nombre de diplômés en ingénierie en Suisse. En comparaison internationale, la part des femmes titulaires d'un diplôme d'ingénieur est particulièrement faible.

► De nombreuses entreprises suisses recrutent aujourd'hui des ingénieurs à l'étranger – mais ce levier a aussi ses limites

Normalement, les forces du marché amènent tôt ou tard un rééquilibrage de l'offre et de la demande de personnel qualifié. La probabilité que l'offre s'aligne sur la demande dans un proche avenir est cependant faible, car le taux de remplacement des ingénieurs, qui indique combien de nouveaux ingénieurs entreront prochainement dans la vie active pour remplacer les ingénieurs partant à la retraite, est insuffisant. L'évolution légèrement positive du flux d'entrée en étude ne suffira pas à désamorcer cette problématique fondamentale. Depuis quelques années, les entreprises suisses recrutent de plus en plus d'ingénieurs à l'étranger ; toutefois, ce potentiel est limité du fait des exigences spécifiques de la Suisse.

► Cette pénurie pourra être supprimée durablement à condition de susciter un intérêt accru pour les études d'ingénieur auprès des jeunes

Il faut combattre à la racine les causes de la pénurie d'ingénieurs et encourager les jeunes à se lancer dans ces études. L'intérêt pour la technique doit être éveillé et stimulé dès le plus jeune âge – c'est-à-dire dès l'école primaire. Il s'agit d'identifier les obstacles à la socialisation technique des femmes et de les surmonter. Les disciplines des sciences naturelles et des mathématiques doivent par ailleurs être encore approfondies, car de bonnes dispositions pour ces domaines sont un important stimulant pour entamer des études d'ingénieur. Simultanément, les possibilités de recruter des ingénieurs étrangers doivent être exploitées et encore améliorées.

Bibliographie

- Aghion et Howitt (1998) : *Endogenous Growth Theory*, Cambridge
- Conseil fédéral (2010) : *Pénurie de spécialistes MINT en Suisse – Ampleur et causes de la pénurie de personnel qualifié dans les domaines MINT*
- Crépon et al. (1998) : *Research, Innovation, and Productivity : An Econometric Analysis at the Firm Level*, NBER Working Paper 6696, Cambridge
- European Engineering Report (2010), VDI in cooperation with IW Köln
- Gehrig et Fritschi (2008) : *Ingenieurmangel in der Schweiz und im Kanton Graubünden – Ausmass, Ursachen und Auswirkungen*, Bureau BASS, sur mandat du canton des Grisons
- Gehrig et al. (2010) : *Der MINT-Fachkräftemangel in der Schweiz – Ausmass, Prognose, konjunkturelle Abhängigkeit, Ursachen und Auswirkungen des Fachkräftemangels in den Bereichen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik*, Bureau BASS
- Guellec et van Pottelsberge (2001) : *R&D and Productivity Growth : Panel Data Analysis of 16 OECD Countries*, OECD Economic Studies
- Hüther et Koppel (2009) : *Die wirtschaftliche Bedeutung der Ingenieurwissenschaften – Hat auch der Normalbürger etwas davon ?*, dans : Nagl et al. (éditeur) : *Zukunft Ingenieurwissenschaften – Zukunft Deutschland*, Springer
- *Tableau de bord de l'Union de l'Innovation 2010* (2011), http://ec.europa.eu/enterprise/policies/innovation/files/ius/ius2010-cp_fr.pdf
- Institut der Deutschen Wirtschaft, Cologne (2008) : *Ingenieurlücke in Deutschland – Ausmaß, Wertschöpfungsverluste und Strategien*
- Peters (2004) : *Employment effects of different innovation activities: microeconomic evidence*, ZEW Discussion Paper 04 (73)

- ▶ Romer (1990) : Endogenous Technical Change, dans : Journal of Political Economy, année 98, n° 5, pp. 71–102
- ▶ Siegel (1999) : Skill-Biased Technological Change, Nottingham
- ▶ Umbach-Daniel et al. (2010) : Ingenieur-Nachwuchs Schweiz 2010 – Entwicklung des Ingenieurangebots an universitären Hochschulen und Fachhochschulen, Rütter + Partner, sur mandat de IngCH Engineers Shape our Future
- ▶ Umbach-Daniel et al. (2008) : Ingenieure im Topmanagement der Schweizer Wirtschaft – Präsenz in Geschäftsleitungen und Verwaltungsräten. Karrieren und Karrierechancen, Rütter + Partner, sur mandat de IngCH Engineers Shape our Future et du Conseil des EPF
- ▶ «SALÄRE/SALAIRES» (2010) : Salaires des ingénieurs et architectes. Enquête annuelle sur les salaires de Swiss Engineering UTS

Pour toutes questions :

stefan.arquint@swissengineering.ch
dominique.reber@economiesuisse.ch
philipp.bauer@economiesuisse.ch

economiesuisse, Verband der Schweizer Unternehmen
Hegibachstrasse 47, Postfach, CH-8032 Zürich
www.economiesuisse.ch

Swiss Engineering STV UTS ATS
Weinbergstrasse 41, 8006 Zurich
www.swissengineering.ch