



Pénurie de spécialistes MINT en Suisse

Ampleur et causes de la pénurie de personnel qualifié dans les domaines MINT (mathématiques, informatique, sciences naturelles et technique)

Août 2010

Rapport du Conseil fédéral

en exécution des postulats

- 05.3508 Fetz «Accroître le pourcentage des femmes dans les cursus de mathématiques, sciences naturelles et disciplines techniques»
- 07.3538 Hochreutener «Formations en sciences naturelles et techniques»
- 07.3747 Recordon «Déficit de la Suisse dans les professions scientifiques»
- 07.3810 Widmer «Il faut plus d'étudiants en ingénierie et en sciences naturelles»
- 09.3930 Kiener Nellen «Égalité des sexes. Davantage de femmes dans les professions techniques, les filières mathématiques et les sciences naturelles»

Résumé

Les forces de travail qualifiées sont le moteur de la capacité d'innovation, de la compétitivité et de la croissance de l'économie suisse. Par leur créativité dans la recherche de solutions techniques toujours nouvelles ou meilleures, les ingénieurs et les spécialistes des sciences naturelles, en particulier, contribuent à la capacité d'innover de la place industrielle suisse. La disponibilité de capital humain qualifié dans le domaine de la technique est une condition élémentaire pour une petite économie tournée vers l'exportation dans la compétition globale des sociétés du savoir.

Diplômes dans les MINT

Depuis 1950, l'économie suisse a connu un profond changement structurel vers une société du savoir de type technologique. En conséquence, la demande en personnel qualifié MINT a crû. Du côté de l'offre, s'il est vrai que le nombre de diplômés de fin d'études MINT (mathématiques, informatique, sciences naturelles et technique) a également augmenté au cours de cette période, il n'a de loin pas suffi à répondre à la demande croissante en personnel qualifié dans les domaines MINT.

Pénurie de personnel qualifié

La Suisse connaît une pénurie de spécialistes MINT, qui est particulièrement marquée dans les domaines de l'informatique, de la technique et en partie dans la construction. Le ralentissement sensible de l'économie fin 2008, dû à la récession, a clairement montré que la pénurie de spécialistes MINT dépendait fortement de la conjoncture : au printemps 2009, on a en effet pu observer une nette atténuation de la pénurie par rapport aux années de haute conjoncture antérieures. L'évolution économique a même pu combler momentanément le déficit de personnel qualifié dans certaines branches. Néanmoins, certains domaines ont continué de souffrir d'une pénurie de personnel qualifié MINT en Suisse en 2009 et 2010.

Il est aujourd'hui encore difficile de prévoir quand l'économie se rétablira complètement et quels changements structurels la dernière récession entraînera. Cependant, l'évolution des dernières années laisse penser que le manque de spécialistes MINT a aussi des causes structurelles, ce qui signifie qu'il faut rapidement s'attendre, après la reprise, à une nouvelle augmentation du déficit de personnel qualifié dans les domaines MINT.

Réaction du marché

Le marché du travail MINT a réagi à la raréfaction des spécialistes MINT disponibles par une hausse des salaires nettement supérieure à la moyenne entre 2004 et 2009. La libre circulation des personnes a permis d'endiguer la pénurie notamment par une forte augmentation du personnel qualifié MINT étranger. Depuis 2007, les inscriptions dans les filières d'études MINT tendent à augmenter à nouveau. Il n'est toutefois pas encore possible d'estimer si ces évolutions représentent un véritable changement de tendance.

Fixation précoce des intérêts et de l'orientation professionnelle chez les jeunes

On ne peut définir des mesures pour lutter contre la pénurie de personnel qualifié sur le marché suisse du travail sans en connaître les causes. Il est aussi permis de se demander pourquoi les opportunités sur le marché du travail et les augmentations de salaire supérieures à la moyenne n'ont pas eu un impact plus important sur l'augmentation des effectifs d'étudiants dans les domaines MINT. Un élément central pour y répondre est le fait que les intérêts, et de manière associée l'orientation professionnelle des jeunes, sont fixés dans une large mesure déjà à la fin de la scolarité obligatoire. Dans ce contexte, un rôle clé revient aux mathématiques, à la physique et à l'intérêt pour la technique en général. Les jeunes de quinze ans qui sont intéressés par les disciplines MINT, y obtiennent de bonnes notes et jugent leurs compétences bonnes ont une probabilité accrue d'entreprendre plus tard des études MINT. Cet état de fait est d'ailleurs beaucoup plus marqué chez les garçons que chez les filles.

Faible proportion de femmes

Il n'est dès lors guère étonnant que la part des femmes dans les filières d'études MINT en Suisse soit particulièrement faible. Dans les domaines MINT de l'informatique, de la technique et en partie dans la construction, les femmes sont fortement sous-représentées. Seuls les domaines MINT dits «mous» comme la chimie et les sciences de la vie comptent une part importante de femmes. Malgré leur potentiel réel, les femmes renoncent à des études MINT en raison de différents facteurs : socialisation technique spécifique aux sexes à l'école comme en dehors de celle-ci, manque de modèles d'identification féminins, sous-estimation généralement plus accentuée des capacités chez les filles, impression présente dès l'adolescence d'une plus grande difficulté à concilier famille et travail dans les champs professionnels MINT.

Recommandations

Au vu de l'importance de la recherche et de l'innovation pour notre économie, le Conseil fédéral estime qu'il est crucial de s'attaquer au problème de la pénurie de personnel qualifié MINT. Il salue donc les efforts importants déjà entrepris par de nombreux acteurs pour lutter contre la pénurie de personnel qualifié et pour augmenter la part des femmes dans les domaines MINT. Dans ce contexte, les efforts pour permettre de mieux concilier vie professionnelle et vie familiale revêtent également une importance croissante.

Le fait que la phase déterminante pour une décision pour ou contre les MINT se joue avant la seizième année limite fortement les possibilités d'action de la Confédération. En effet, celle-ci n'a pas de compétences pour l'éducation dans ces tranches d'âge, les établissements scolaires des degrés correspondants relevant de l'autorité des cantons.

Par ailleurs, il y a quelques années déjà, plusieurs initiatives ont été lancées pour combler la pénurie de spécialistes sans augmentation notable du nombre d'étudiants MINT. Cela montre bien la difficulté de définir des mesures efficaces et d'obtenir des améliorations substantielles.

Le Conseil fédéral juge indispensable une promotion permanente de la compréhension technique. C'est pourquoi il faut stimuler l'intérêt pour les domaines MINT à l'âge préscolaire, au jardin d'enfants et aux degrés primaire et secondaire I, et poursuivre de façon rigoureuse les actions déjà entreprises dans ce sens par les Académies et les hautes écoles. Le Conseil fédéral recommande également d'améliorer la transition entre le degré secondaire II et le degré tertiaire et de sensibiliser le personnel enseignant des hautes écoles à une transmission du savoir adaptée aux niveaux et aux sexes dans les disciplines MINT. La Confédération souhaite continuer à encourager la coopération des universités, des EPF et des hautes écoles spécialisées (HES) avec les hautes écoles pédagogiques (HEP), et examiner des mesures spécifiques en matière d'égalité.

Pour atteindre ces objectifs, le Conseil fédéral est prêt à proposer des mesures appropriées et à demander les moyens financiers nécessaires dans le cadre du message relatif à l'encouragement de la formation, de la recherche et de l'innovation pendant les années 2013 à 2016.

Table des matières

Résumé	3
1 Introduction	7
1.1 Interventions parlementaires	7
1.2 L'abréviation MINT	7
1.3 Pénurie de personnel qualifié dans les professions médicales	8
1.4 Structure du rapport	8
2 Faits et chiffres sur la formation des spécialistes MINT	9
2.1 Degré secondaire II	9
2.1.1 Personnes en formation professionnelle initiale	9
2.1.2 Gymnasiennes et gymnasiens	10
2.2 Formation professionnelle supérieure	10
2.2.1 Brevets fédéraux	11
2.2.2 Diplômes fédéraux	12
2.2.3 Diplômes d'écoles supérieures	12
2.3 Hautes écoles	13
2.3.1 Diplômes des hautes écoles	14
2.3.2 Taux de succès aux études	16
2.3.3 Étudiants étrangers scolarisés à l'étranger dans les hautes écoles	16
2.3.4 Projection	17
2.4 Entrée dans la vie professionnelle	18
2.4.1 Taux d'entrée dans la vie professionnelle	18
2.4.2 Revenu des diplômés	19
2.5 Part des femmes dans les filières de formation MINT	20
2.5.1 Part des femmes au degré secondaire II	21
2.5.2 Part des femmes au degré tertiaire B	21
2.5.3 Part des femmes au degré tertiaire A	21
3 La pénurie de personnel qualifié MINT	23
3.1 La pénurie de spécialistes MINT en Suisse	23
3.2 La pénurie est-elle appelée à durer ?	24
3.3 Réaction du marché du travail MINT en Suisse	25
3.3.1 Évolution des salaires	25
3.3.2 Immigration de personnel qualifié MINT étranger	26
3.3.3 Évolution des effectifs d'étudiants	26
3.4 Passage à d'autres groupes professionnels	27
3.5 Conséquences pour les entreprises concernées	28
4 Causes de la pénurie de spécialistes MINT	29
4.1 L'intérêt pour les domaines MINT comme facteur central	29
4.2 Résultats scolaires et autoévaluation	30
4.3 Qualité de l'enseignement	30
4.4 Conditions socioéconomiques des étudiants	31
4.5 Indice du développement d'un pays	31
4.6 Différences entre les femmes et les hommes	31

4.6.1	Intérêts spécifiques aux sexes	31
4.6.2	Perception des propres capacités	32
4.6.3	Comportement d'apprentissage et taux d'abandon des études	32
4.6.4	Perspectives d'avenir	33
5	Mesures en cours	34
5.1	Remarques liminaires	34
5.2	Révision de la reconnaissance des certificats de maturité	34
5.3	Ordonnance sur la maturité professionnelle fédérale	34
5.4	Mesures soutenues par la Confédération	35
5.4.1	Conférence sur l'innovation du DFE	35
5.4.2	Écoles polytechniques fédérales	35
5.4.3	Autres initiatives	36
5.5	Mesures des cantons	37
5.5.1	Standards de formation	37
5.5.2	Didactique de discipline	37
5.5.3	Hautes écoles cantonales : universités et hautes écoles spécialisées	37
5.6	Mesures des organisations du monde du travail	37
6	Recommandations du Conseil fédéral	39
6.1	Promotion de la compréhension technique	39
6.1.1	L'école comme lieu primordial de la transmission de savoir	39
6.1.2	Compréhension technique dans la société	39
6.1.3	Amélioration des performances dans les domaines MINT	39
6.2	Augmentation de la part des femmes dans les MINT	40
6.3	Accès facilité aux études MINT	40
6.4	Admission facilitée pour les étrangers titulaires d'un diplôme de haute école suisse	40
6.5	Autres pistes	41
	Annexe 1 Répartition des filières d'études MINT selon la typologie de l'OFS	42
	Annexe 2 : Répartition des domaines MINT employée dans l'étude BASS	43
	Annexe 3 : Tableau 4 : Ampleur de la pénurie de personnel qualifié MINT en mars 2009	44
	Annexe 4 : Projets d'associations et d'entreprises privées	45

1 Introduction

1.1 Interventions parlementaires

La question du manque de personnel qualifié dans les domaines MINT (mathématiques, informatique, sciences naturelles et technique) a été soulevée par différents parlementaires au Conseil des États comme au Conseil national. Entre septembre 2005 et septembre 2009, la conseillère aux États *Anita Fetz*, le conseiller national *Norbert Hochreutener*, le conseiller aux États *Luc Recordon*, le conseiller national *Hans Widmer* et la conseillère nationale *Margret Kiener-Nellen* ont chacun déposé des postulats et le groupe PDC/PEV/PVL une interpellation, exigeant tour à tour des réponses sur différents aspects de la pénurie de personnel qualifié. Tous supposent l'existence d'un manque de personnel qualifié et expriment leur préoccupation concernant les conséquences de cette pénurie sur l'économie. Ils demandent des éclaircissements sur divers points :

- le nombre de diplômes actuels et à venir dans les domaines MINT ;
- la situation de la formation MINT au degré secondaire II ;
- l'ampleur d'une éventuelle pénurie de spécialistes MINT et, le cas échéant, ses conséquences sur l'économie ;
- les besoins actuels et futurs de l'économie en matière de spécialistes MINT ;
- la question de la sous-représentation des femmes dans les filières de formation en mathématiques, en sciences naturelles et en sciences techniques au degré tertiaire.

Ils demandent également des réponses aux questions suivantes :

- Comment s'explique le faible intérêt des jeunes pour les études en sciences naturelles et ingénierie, en dépit de leurs capacités intellectuelles démontrées par les études PISA ?
- Comment faciliter l'accès des jeunes issus de milieux socialement défavorisés aux études MINT ?
- Comment motiver davantage de femmes à considérer les domaines MINT comme une option professionnelle valable ? et
- Quel rôle la migration joue-t-elle dans cette problématique ?

Les parlementaires exigent pour terminer un aperçu complet de toutes les mesures en cours ou prévues et demandent si nécessaire d'autres mesures pour motiver les étudiants potentiels et pour promouvoir les domaines MINT de façon générale.

Le Conseil fédéral a proposé d'accepter les postulats. Il a décidé de traiter les questions soulevées dans un seul rapport, dont il a confié l'élaboration au Secrétariat d'État à l'éducation et à la recherche (SER) au titre d'office responsable et à l'Office fédéral de la formation professionnelle et de la technologie (OFFT).

À l'appui de ce rapport, un groupe d'accompagnement a été créé, réunissant des représentants des hautes écoles, des services fédéraux, des associations et de l'industrie¹.

1.2 L'abréviation MINT

L'abréviation **MINT** (mathématiques, informatique, sciences naturelles et technique) a été choisie pour désigner le domaine de spécialisation couvert par le présent rapport. L'ensemble des domaines MINT englobe de nombreuses filières différentes : informatique, électrotechnique, mécanique, ingénierie de gestion, génie civil, chimie, mathématique, physique, etc. Par souci de simplification, ces disciplines sont regroupées en cinq catégories dans le présent rapport : informatique, technique,

¹ Le groupe d'accompagnement comprenait des représentants des organismes suivants : CDIP, Conseil des EPF, CRUS, CSHES, economiesuisse, EPFL, ETH Zurich, IngCH, OFS, Reg, SECO, SIA, Swissengineering UTS, Swissmem et UNES.

construction, chimie et sciences de la vie et autres MINT. On trouve une vue d'ensemble des domaines et filières d'études MINT aux annexes 1 et 2.

1.3 Pénurie de personnel qualifié dans les professions médicales

Dans son postulat, le Conseiller aux États Luc Recordon se réfère notamment au déficit de personnel qualifié dans le domaine médical. Par souci de cohérence, le présent rapport ne s'occupe que des professions médicales appartenant aux domaines MINT. Il ne tient par conséquent compte que du personnel médical actif dans un domaine MINT, notamment dans les sciences de l'alimentation.

La formation des médecins et la pénurie annoncée de praticiens ne peuvent pas être traitées en même temps que la pénurie de spécialistes MINT, car les deux problèmes diffèrent fondamentalement. La formation des médecins et leur autorisation de pratiquer sont en Suisse sévèrement réglementées, ce qui n'est pas le cas des professions des domaines MINT. Au cours des années prises en compte dans le présent rapport, les hautes écoles suisses ont présenté des capacités de formation suffisantes dans les filières MINT, mais l'intérêt des bacheliers pour les disciplines en question est resté limité. En médecine, c'est exactement le contraire qui s'est produit : en 2009, le nombre de candidats aux études de médecine humaine était environ trois fois plus élevé que celui des places d'études disponibles. La décision de savoir combien de médecins doivent être formés en Suisse et combien de praticiens doivent être autorisés sur le marché reste une décision politique.

En ce qui concerne la pénurie de personnel qualifié dans les soins, nous renvoyons au rapport du Département fédéral de l'économie «Formation aux professions des soins»², qui traite cette question de façon approfondie et propose des mesures pour améliorer cette situation.

1.4 Structure du rapport

Dans le chapitre 2, le rapport fait le point de la situation actuelle concernant les diplômes de formation en mathématiques, informatique, sciences naturelles et technique en Suisse. Le chapitre 3 décrit la pénurie de spécialistes et la réaction des milieux économiques face à cette situation. Le chapitre 4 explore les raisons pouvant expliquer la réticence des jeunes, et des femmes en particulier, à choisir les filières MINT pour voie de formation. Enfin, le chapitre 5 fait le tour des mesures mises en œuvre pour remédier au manque de spécialistes et le chapitre 6 présente les mesures complémentaires recommandées par le Conseil fédéral.

² Cf. DFE, 2010.

2 Faits et chiffres sur la formation des spécialistes MINT

Toutes les interventions parlementaires qui sont à la base du présent rapport abordent la question de la situation des diplômés du degré tertiaire³ dans les domaines MINT en Suisse.

Après la scolarité obligatoire, plus de 90 % des jeunes poursuivent aujourd'hui directement leur formation au degré secondaire II⁴. En fonction de leurs intérêts et de leurs capacités, ils suivent une formation professionnelle initiale, font une maturité professionnelle, une maturité gymnasiale ou une autre formation de culture générale. De là, ils peuvent ensuite poursuivre par une formation de degré tertiaire, soit dans une haute école universitaire⁵, soit dans une haute école spécialisée⁶ ou dans le cadre de la formation professionnelle supérieure⁷.

Les diplômés des hautes écoles universitaires se distinguent par des connaissances fondamentales étendues, qui leur permettent d'opérer dans les domaines les plus divers. Par opposition, les hautes écoles spécialisées ont un autre mandat légal. Leurs diplômés ont un profil professionnel clair, axé sur la pratique. Les hautes écoles spécialisées sont tenues d'entretenir en permanence un contact étroit avec le monde du travail, afin de pouvoir adapter précisément et rapidement leurs filières aux besoins changeants de l'économie. Enfin, la formation professionnelle supérieure transmet des qualifications nécessaires à l'exercice de professions exigeantes et à responsabilités. Proche des associations professionnelles, elle fournit à l'économie des spécialistes recherchés sur le marché du travail.

2.1 Degré secondaire II

2.1.1 Personnes en formation professionnelle initiale

Environ deux tiers des jeunes entreprennent une **formation professionnelle initiale** au terme de la scolarité obligatoire⁸. Les contenus de la formation sont définis par les organisations du monde du travail. Ce système aboutit à des offres de formation axées sur les qualifications effectivement demandées et sur des emplois effectivement disponibles. La liberté de choix des personnes suivant une formation professionnelle initiale est quelque peu limitée par rapport aux étudiants des filières de formation générale dans la mesure où le choix se limite aux places d'apprentissage proposées par les entreprises. L'offre de places de formation est, quant à elle, influencée par des facteurs structurels et conjoncturels. Entre 1995 et 2006, le nombre de personnes qui ont entrepris une formation professionnelle initiale dans un domaine MINT est passé de près de 24 000 à quelque 27 300 (+ 14 %). Sur l'ensemble des certificats de formation professionnelle initiale, 38 % ont été obtenus dans un domaine MINT.

³ Le **degré tertiaire** est divisé en tertiaire A et tertiaire B. Le degré tertiaire A comprend les hautes écoles universitaires et les hautes écoles spécialisées, le degré tertiaire B la formation professionnelle supérieure.

⁴ Le **degré secondaire II** comprend les écoles de culture générale que sont les écoles de maturité gymnasiale (gymnases, lycées) et les écoles de culture générale (ECG) et la formation professionnelle initiale (apprentissage en entreprise complété par une formation dans une école professionnelle et des cours interentreprises ou offres de formation scolaire à temps complet telles qu'écoles de métiers ou écoles professionnelles à plein temps).

⁵ La notion de **haute école universitaire** englobe les écoles polytechniques fédérales (EPF) et les universités cantonales. Au sens du présent rapport, les «**diplômes universitaires**» sont le **master, la licence, et le diplôme**.

⁶ A partir de 2000, la structure des études dans les **hautes écoles spécialisées** a été rénovée selon le modèle du bachelor et du master. À la suite de cette réforme, le bachelor remplace l'ancien diplôme HES comme titre de formation standard professionnalisant. Par conséquent, les **diplômes des hautes écoles spécialisées** au sens du présent rapport sont le **bachelor** et le **diplôme HES**. À l'exception de l'architecture et du cinéma, les master HES n'apparaîtront sur le marché du travail que depuis 2010 et sortent ainsi du champ de la présente étude.

⁷ La **formation professionnelle supérieure** comprend l'examen professionnel et l'examen professionnel supérieur, les filières d'études des écoles supérieures et la formation professionnelle supérieure non réglementée par la Confédération. La réussite de l'examen professionnel donne droit à un brevet fédéral, celle de l'examen professionnel supérieur, au diplôme fédéral (ou au titre de «maître»), et la formation dans les écoles supérieures est sanctionnée par un diplôme d'école supérieure. Les formations professionnelles supérieures non réglementées par la Confédération ne sont pas réglées par la loi fédérale sur la formation professionnelle (LFPr). L'OFS prend néanmoins ces professions en compte dans la statistique des diplômés si elles remplissent certaines conditions (cf. OFS, 2008/1). La formation professionnelle supérieure a une grande importance en Suisse. Deux diplômés MINT du degré tertiaire sur cinq y sont issus de cette voie de formation. Sa fonction première est la formation des cadres et la spécialisation.

⁸ Cf. OFS, 2008/1.

La **maturité professionnelle** a été introduite en 1994⁹. En 2008, elle a atteint un chiffre record avec quelque 10 900 certificats délivrés. La plus grande part des maturités professionnelles est obtenue dans le domaine commercial (51 %), puis dans le domaine technique (31 %). 9 % des titulaires d'une maturité professionnelle l'ont obtenue dans le domaine santé-social, 6 % dans les arts visuels, 2 % dans les arts et métiers et 2 % en sciences naturelles. Depuis 1998, environ 50 % des titulaires d'une maturité professionnelle sont entrés ensuite dans une haute école spécialisée, le plus souvent après une maturité professionnelle dans une filière de sciences naturelles et dans une filière technique. Ces mêmes personnes sont non seulement celles qui poursuivent le plus fréquemment leur formation dans une HES, mais aussi celles qui y entrent le plus rapidement. La nouvelle ordonnance sur la maturité professionnelle fédérale¹⁰ assouplit l'offre et les possibilités ouvertes aux titulaires de la maturité professionnelle. Les six orientations de la maturité professionnelle offertes dans l'ancien système sont remplacées par un plan d'études cadre qui prévoit un meilleur alignement sur la formation professionnelle initiale apprise et à l'offre d'études des hautes écoles spécialisées.

2.1.2 Gymnasiennes et gymnasiens

En 2008, quelque 18 000 **certificats de maturité gymnasiale** ont été délivrés. Les options spécifiques les plus prisées étaient «langues modernes» (25 %) et «économie et droit» (19 %). Seuls 10 % des bacheliers avaient choisi «physique et applications des mathématiques» et 16 % «biologie et chimie»¹¹.

Environ 89 % des bacheliers entreprennent ensuite des études dans une haute école. Il n'existe pas de données statistiques régulièrement mises à jour sur la relation entre le choix d'une discipline d'études et l'option spécifique choisie pour la maturité. Toutefois, une étude montre que les bacheliers ayant opté pour la physique et les applications des mathématiques se dirigent plutôt vers des études de mathématiques ou d'ingénieur, tandis que les bacheliers avec l'option «biologie et chimie» étudient plus fréquemment la médecine ou les sciences naturelles¹². À l'EPFL, par exemple, 65 % des étudiants avaient choisi l'option spécifique «physique et applications des mathématiques»¹³ au gymnase.

2.2 Formation professionnelle supérieure

De 1998 à 2008, le nombre de diplômes de formation professionnelle supérieure délivrés a augmenté de 22 500 à 28 000¹⁴. Durant la même période, il a reculé de 12 % dans les domaines MINT, passant ainsi de 5 800 en 1998 à 5 200 en 2008 (figure 1). Ce recul est principalement dû à la création des hautes écoles spécialisées à partir de 1997, et au déplacement consécutif d'étudiants vers les hautes écoles spécialisées¹⁵. Seuls les diplômes en informatique ont augmenté pendant longtemps, avant de chuter de presque 30 % entre 2004 et 2005. En revanche, les diplômes de formation professionnelle supérieure dans le champ de l'ingénierie et des professions techniques ont tendance à augmenter depuis 2003.

⁹ Les premiers examens de maturité professionnelle ont eu lieu en 1995.

¹⁰ Ordonnance du 24 juin 2009 sur la maturité professionnelle fédérale (OMPr), RS 412.103.1.

¹¹ En vertu de la réglementation nationale sur la reconnaissance des certificats de maturité gymnasiale (ORM) de 1995, les élèves des écoles délivrant des certificats de maturité choisissent une option spécifique parmi les disciplines ou groupes de disciplines suivants : langues anciennes, langues modernes, physique et applications des mathématiques, biologie et chimie, économie et droit, philosophie/pédagogie/psychologie, arts visuels, musique. En combinaison avec l'option complémentaire et le travail de maturité, ce choix permet aux élèves de définir un profil individuel pour leur formation gymnasiale.

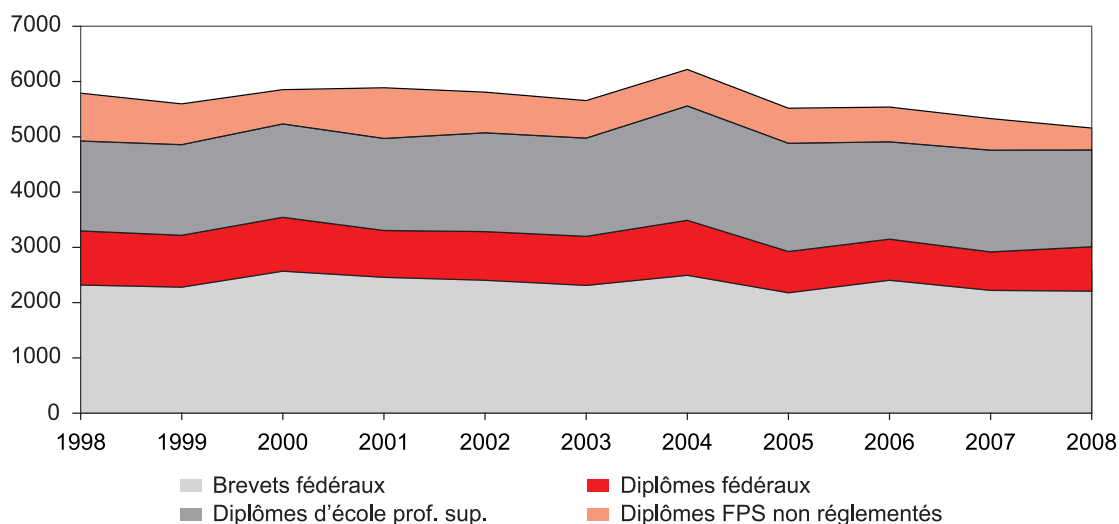
¹² Ramseier E. et al., 2005.

¹³ Étude interne de l'EPFL.

¹⁴ Sur ces 28 000 diplômes, environ 20 000 sont reconnus par la Confédération.

¹⁵ À mettre en parallèle avec l'augmentation des diplômes dans les hautes écoles spécialisées, pt 2.1.1.

Figure 1 Évolution des diplômes MINT dans la formation professionnelle supérieure¹⁶



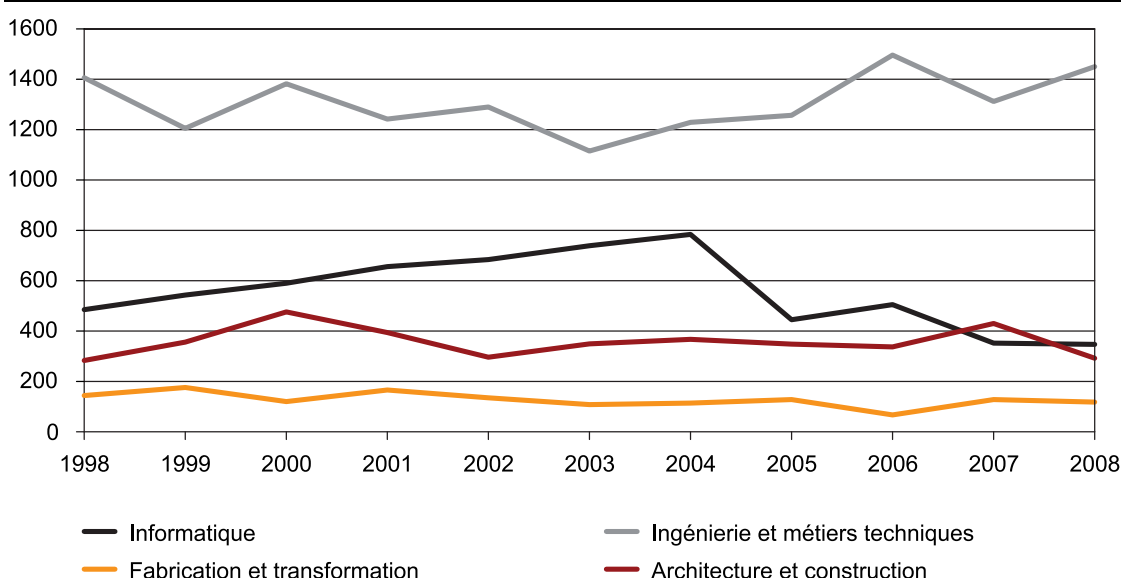
Source : OFS

2.2.1 Brevets fédéraux

Pour l'ensemble des professions, le nombre de *brevets fédéraux* a augmenté pour passer de 7 500 en 1998 à 12 500 en 2008.

Dans les domaines MINT, le nombre de brevets fédéraux délivrés a par contre légèrement diminué, passant de 2 300 en 1998 à quelque 2 200 en 2008 (figure 2). Sur les 2 200 brevets délivrés en 2008, environ la moitié (1 450) relèvent de l'ingénierie et des professions techniques, environ 350 de l'informatique, 300 de l'architecture et de la construction et une bonne centaine du domaine de la fabrication et de la transformation.

Figure 2 Brevets fédéraux dans les domaines MINT



Source : OFS

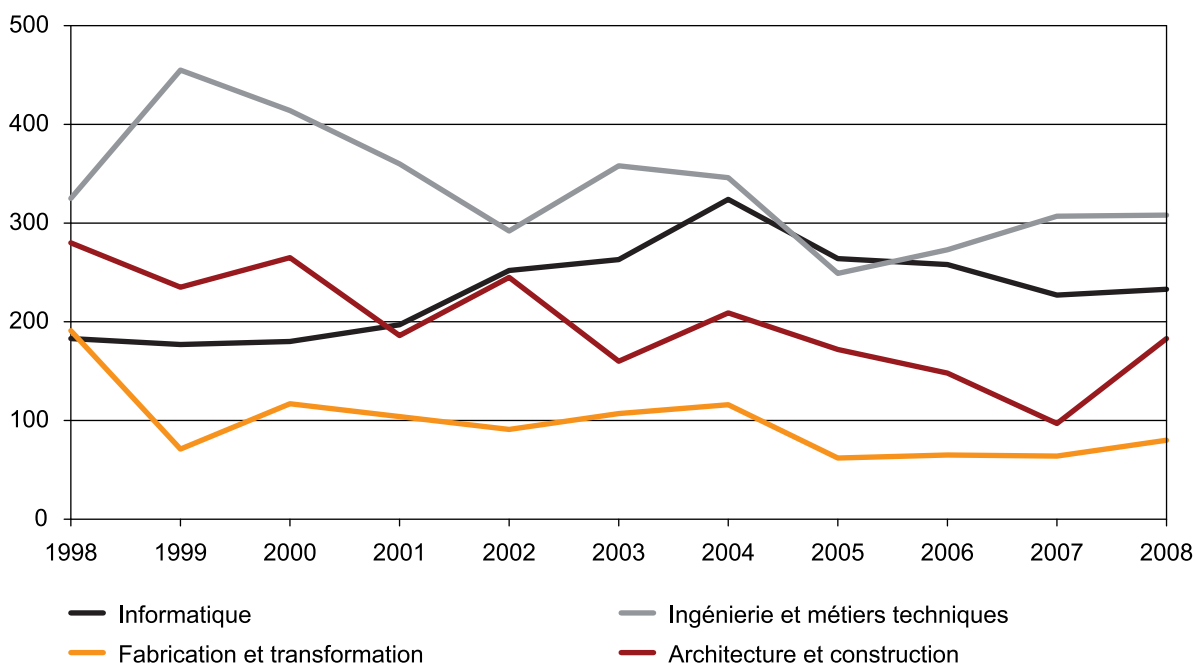
¹⁶ Le chapitre 2.2 ne tient pas compte des diplômes délivrés au cours des années 1998 à 2000 dans les anciennes écoles de formation professionnelle supérieure et transférés aux hautes écoles spécialisées. On trouve une indication du nombre de ces diplômes au chapitre 2.3.

2.2.2 Diplômes fédéraux

Un total de 3 000 *diplômes fédéraux* a été délivré en 2008, ce qui représente un recul d'environ 18 % par rapport à 1998 (3 400 diplômes). Il faut souligner qu'un nombre relativement important de ces diplômes correspondent à une deuxième qualification, notamment du fait que l'admission à l'examen professionnel supérieur requiert de plus en plus souvent la réussite préliminaire d'un examen professionnel¹⁷.

Une grande partie de la diminution du nombre de diplômes est survenue dans les domaines MINT (figure 3). Les quelque 800 diplômes fédéraux MINT délivrés en 2008 se répartissent entre l'ingénierie et les professions techniques (310), l'informatique (230), l'architecture et la construction (180) et la fabrication et transformation (80).

Figure 3 Diplômes fédéraux dans les domaines MINT



Source : OFS

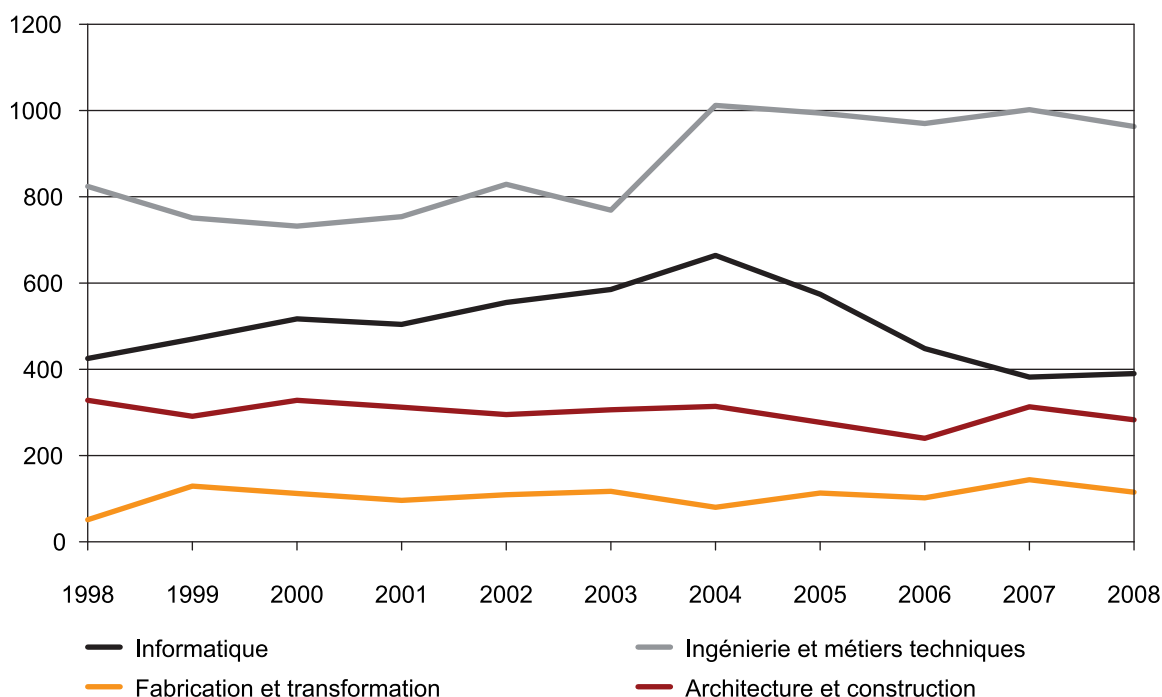
2.2.3 Diplômes d'écoles supérieures

Un *diplôme d'école supérieure* sanctionne une formation de trois ans en cours d'emploi ou de deux ans à plein temps. Le nombre total de ces diplômes a augmenté de 40 % pour passer de 3 000 en 1998 à 4 200 en 2008.

Le nombre de diplômes MINT a également légèrement progressé, de 1 600 en 1998 à 1 700 en 2008 (figure 4). Avec près de 1 000 diplômes délivrés, l'ingénierie et les professions techniques arrivent en tête de cette catégorie, devant l'informatique avec quelque 400 diplômés, l'architecture et la construction (près de 300) et la fabrication et la transformation (un peu plus de cent).

¹⁷ Des exceptions existent cependant, notamment pour les titulaires d'un diplôme universitaire, lequel assure directement l'admission à l'examen professionnel supérieur.

Figure 4 Diplômes d'écoles supérieures dans les domaines MINT



Source : OFS

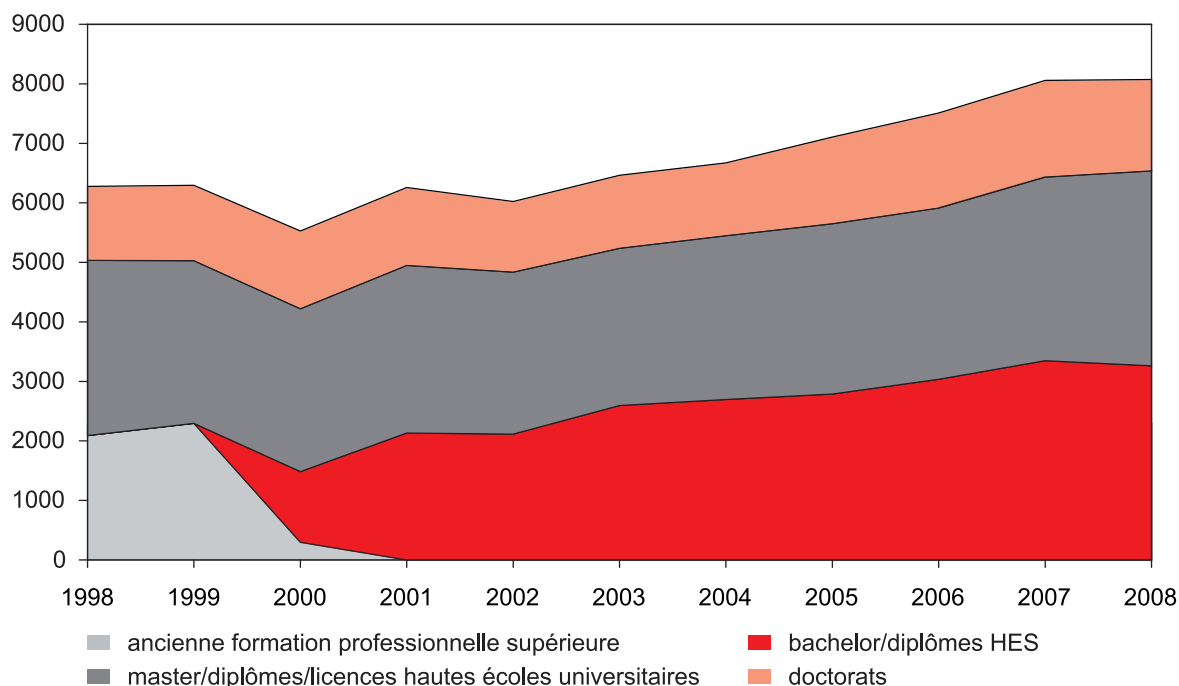
Pour être complet, il convient également de citer les diplômes de formation professionnelle supérieure non réglementés par la Confédération¹⁸. Leur nombre a fortement diminué entre 1998 et 2008 en raison de la reconnaissance de nombreuses filières de formation par la Confédération. Dans les domaines MINT, il est passé de 850 en 1998 à 400 en 2008, chutant de plus de la moitié.

2.3 Hautes écoles

Sur l'ensemble du domaine des hautes écoles, le nombre de diplômes MINT a globalement progressé de près de 30 % depuis 1998 : en 2008, quelque 8 100 personnes ont achevé leurs études dans une haute école avec un diplôme (master/diplôme/licence) ou un doctorat d'une école polytechnique fédérale ou d'une université ou avec un diplôme bachelor d'une haute école spécialisée relevant d'un domaine MINT (figure 5).

¹⁸ Parmi les professions non réglementées par la Confédération, on trouve les diplômes du domaine social et de la santé qui se fondent momentanément encore sur une autre base légale. En font également partie les examens de grandes entreprises ou d'organisations internationales, par exemple dans le domaine des techniques de soudure ou en informatique.

Figure 5 Évolution du nombre de diplômes MINT dans le domaine des hautes écoles¹⁹



Source : OFS

2.3.1 Diplômes des hautes écoles

Le nombre de diplômés des **hautes écoles universitaires** a fortement augmenté ces dernières années. En 2008, les hautes écoles universitaires ont délivré un total de 11 500 diplômes de fin d'études²⁰, ce qui représente une augmentation de près de 30 % depuis 1998.

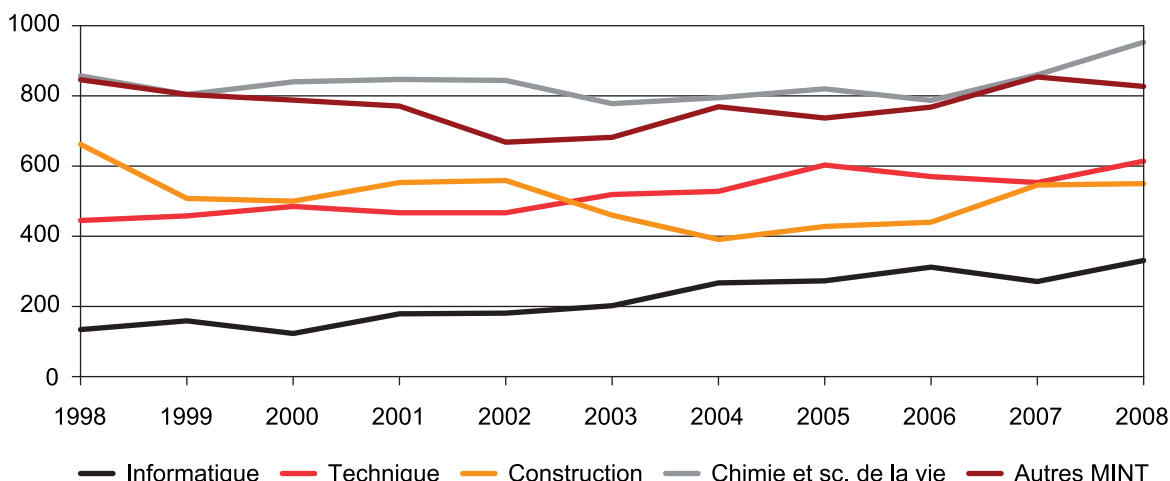
Parmi ces 11 500 diplômes, 3 200 (28 %) relèvent des domaines MINT. La majeure partie des diplômes (35 %) ont été obtenus dans les sciences humaines et sociales, qui ont le plus profité de la hausse générale des effectifs d'étudiants (+62 % de diplômes depuis 1998, contre +11 % dans les domaines MINT).

On constate des différences importantes à l'intérieur des domaines MINT (figure 6). Le nombre de diplômes a plus que doublé en microtechnique et en systèmes de communication (170 diplômes) de même qu'en informatique (330 diplômes), tandis qu'il a baissé en génie rural et en mensurations, en génie civil et en génie électrique.

¹⁹ La cassure observable en 2000 est un artefact statistique dû à l'intégration différée des données HES.

²⁰ Depuis quelques années, les diplômes et licences délivrés par les hautes écoles universitaires ont laissé la place aux diplômes bachelor et master à la suite de la réforme de Bologne. Pour les disciplines MINT, le master est le titre de fin d'études standard dans les hautes écoles universitaires. Par conséquent, le «diplôme» universitaire au sens du présent rapport est le master. Par ailleurs, la notion de master telle qu'elle est employée dans le présent rapport désigne invariablement le master consécutif (qui fait suite à un bachelor) et non le master de formation continue.

Figure 6 Évolution du nombre de diplômés MINT dans les hautes écoles universitaires suisses

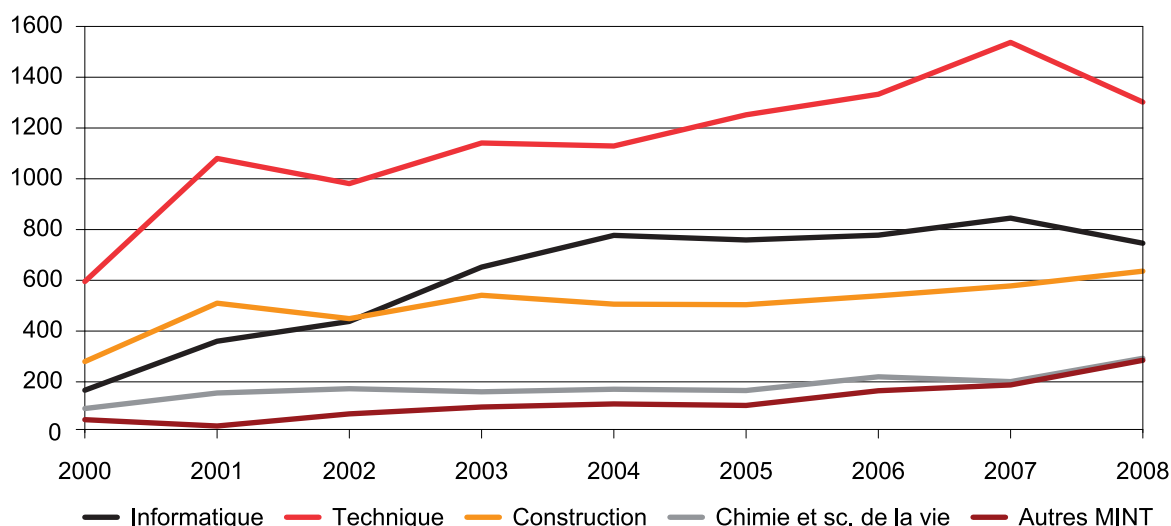


Source : OFS

Dans les *hautes écoles universitaires*, les **doctorats** ont progressé de 2 800 en 1998 à 3 200 en 2008. Près de la moitié des doctorats (48 %) sont délivrés dans les domaines MINT, tandis qu'un tiers seulement des master (28 %) relèvent de ce domaine.

Dans les *hautes écoles spécialisées* aussi, le nombre total de diplômés a fortement progressé, une évolution dont a également profité les domaines MINT. En 2008, près de 3 300 personnes ont obtenu un diplôme HES, un nombre qui a presque triplé depuis 2000²¹ (1 188). La figure 7 montre toutefois que l'importance de la progression varie selon le domaine MINT considéré. Dans le domaine de la technique, le nombre de diplômés a plus que doublé, passant de 600 à environ 1 300. Une évolution similaire est observable dans le domaine de la construction, où le nombre de diplômés a progressé de 280 à 640 (sans la microtechnique, la télécommunication et la technique des systèmes). Dans le domaine informatique (informatique et informatique de gestion), le nombre de diplômés a fortement progressé jusqu'en 2007, avant de reculer légèrement depuis (2000 : 170, 2007 : 850, 2008 : 750).

Figure 7 Évolution du nombre de diplômés MINT dans les hautes écoles spécialisées suisses



Source : OFS

²¹ Seules les données à partir de 2000 sont prises en compte pour les HES, car les chiffres antérieurs ne sont pas comparables en raison de la mise en place progressive des hautes écoles spécialisées.

2.3.2 Taux de succès aux études

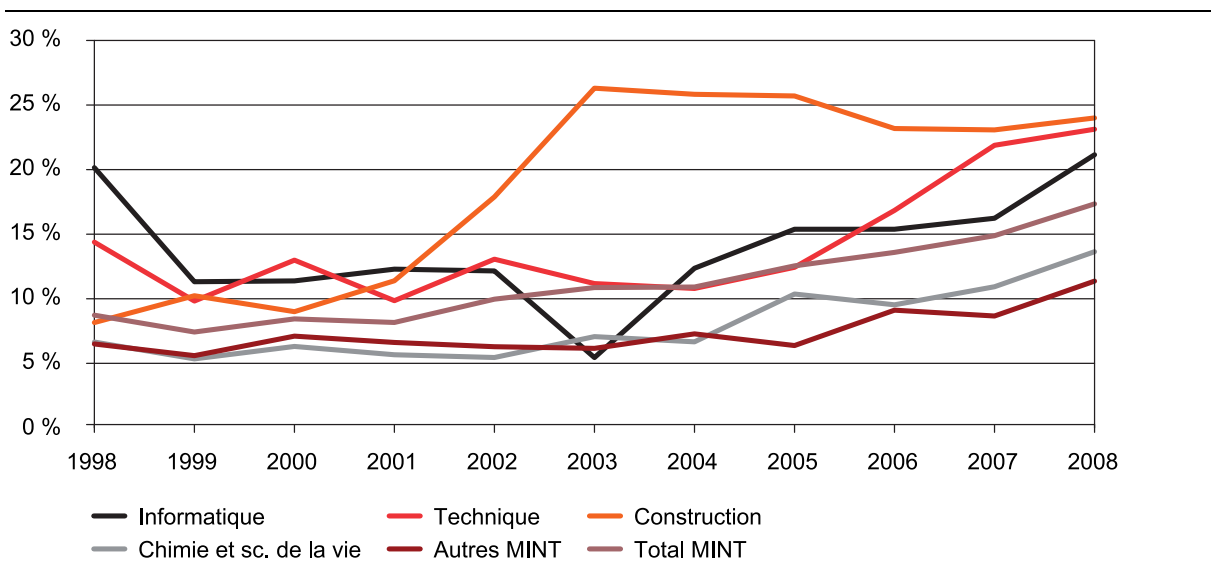
Le taux de succès aux études²² dans les **hautes écoles universitaires** est resté très stable ces dernières années : près de 70 % des étudiants qui ont entrepris des études dans une haute école universitaire suisse ont obtenu un diplôme dans les dix ans. Dans les disciplines MINT, cette part est supérieure à la moyenne²³ (71 % en sciences naturelles et exactes, et 76 % en sciences techniques).

Le taux de succès aux études dans les **hautes écoles spécialisées** est légèrement supérieur à celui des hautes écoles universitaires : en 2008, il s'élève à 76 % pour la volée 2003. Les domaines d'études MINT, à part la technique (71 %), ont un taux supérieur à la moyenne : celui-ci atteint 87 % en agriculture et sylviculture, 80 % en architecture, construction et planification, et 79 % en chimie et sciences de la vie. Les changements de filière sont rares chez les étudiants des HES. Cette continuité s'explique par la structure des études qui s'appuie largement sur la formation préliminaire des étudiants et rend ainsi les changements de discipline plus difficiles.

2.3.3 Étudiants étrangers scolarisés à l'étranger dans les hautes écoles²⁴

Dans les **hautes écoles universitaires** suisses, la part des diplômes obtenus par des étudiants étrangers scolarisés à l'étranger a fortement augmenté entre 1998 et 2008, à un degré supérieur à la moyenne dans les MINT. En 2008, quelque 570 diplômes MINT (17 %) sont allés à des étudiants étrangers scolarisés à l'étranger (figure 8). Cette part est particulièrement forte dans les disciplines microtechnique et systèmes de communication (32 %) et en architecture et planification (29 %).

Figure 8 Part des diplômes MINT délivrés à des étudiants étrangers scolarisés à l'étranger dans les hautes écoles universitaires suisses



Source : OFS

Les étudiants étrangers scolarisés à l'étranger obtenant en Suisse un **diplôme de fin d'études universitaires** dans un domaine MINT proviennent majoritairement d'Europe (environ pour moitié d'un pays voisin de la Suisse), tandis qu'ils sont 11 % à provenir respectivement d'Amérique et d'Afrique, et 13 % d'Asie. Le pourcentage de diplômés extraeuropéens des hautes écoles est plus élevé dans les domaines MINT que dans d'autres domaines d'études.

²² Le taux de succès aux études exprime la part d'étudiants qui obtiennent un diplôme dans les dix ans après avoir commencé leurs études.

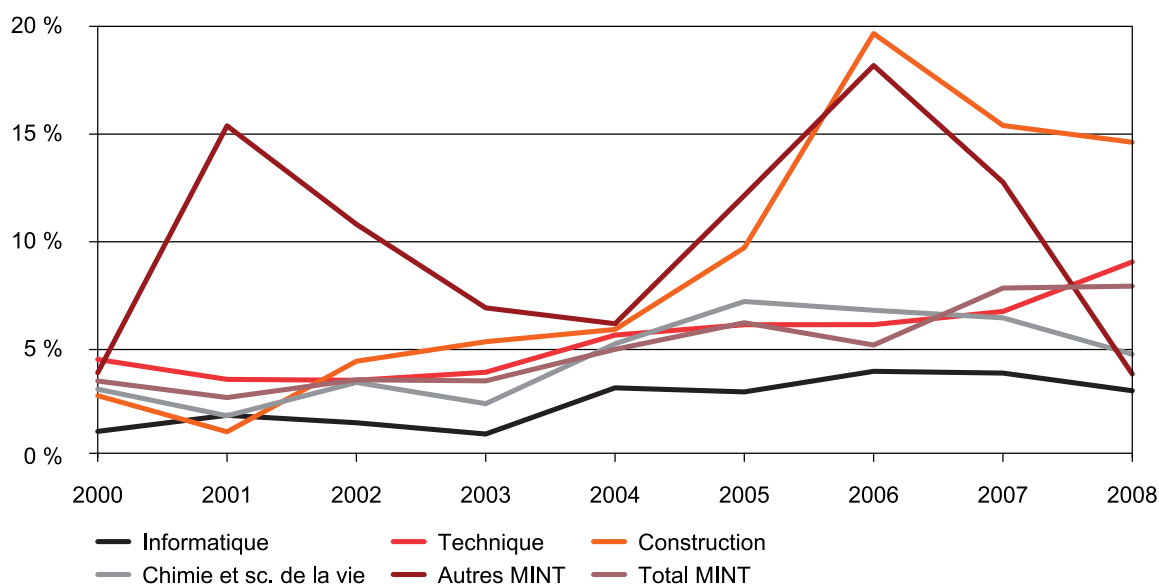
²³ Toutefois, tous les étudiants qui entreprennent des études MINT n'obtiennent pas leur diplôme dans ce domaine : en effet, 8 % en moyenne changent d'orientation en cours d'études.

²⁴ Les **étudiants étrangers scolarisés à l'étranger** sont les étudiants de nationalité étrangère qui ont obtenu leur certificat d'accès à l'enseignement supérieur à l'étranger. Les étudiants étrangers qui ont achevé leur formation préliminaire en Suisse sont désignés sous le terme d'**étudiants étrangers scolarisés en Suisse**. Ils forment le groupe de référence avec les étudiants suisses.

Au niveau des **doctorats**, la part des étudiants étrangers scolarisés à l'étranger était de 42 % en 2008, soit plus du double de la part d'étrangers au niveau du master. Dans les disciplines MINT, la part de doctorats délivrés à des étudiants scolarisés à l'étranger s'élève même à 55 % en moyenne, pour atteindre des valeurs record de 65 % en informatique et de 63 % en génie civil.

Dans les **hautes écoles spécialisées**, le nombre de diplômes délivrés à des étudiants étrangers scolarisés à l'étranger a progressé d'une quarantaine en 2000 à 260 en 2008. Leur part de 8 % en 2008 est toutefois nettement moins élevée que dans les hautes écoles universitaires (17 %). Elle est la plus haute dans le domaine MINT de la construction (15 % ; figure 9). Elle varie dans les autres domaines MINT dans une fourchette entre 3 % et 9 %. Là aussi, la plupart des étudiants étrangers scolarisés à l'étranger proviennent d'Europe, en particulier des pays voisins de la Suisse.

Figure 9 Part des étrangers scolarisés à l'étranger parmi les diplômés MINT dans les HES suisses



Source : OFS

2.3.4 Projection

Selon les scénarios de l'OFS, le nombre global de diplômes délivrés dans les **hautes écoles universitaires** progressera jusqu'à environ 13 000 d'ici 2018 (+15 % par rapport à 2008). La répartition entre les domaines d'études va quelque peu changer d'ici 2018 : l'OFS prévoit en effet un recul de près d'un quart des diplômes en sciences humaines et sociales (dont la part passerait ainsi de 35 % à 25 %), tandis que le nombre de diplômes MINT devrait progresser, de quelque 3 200 aujourd'hui à 4 100 en 2018 (env. 30 %). Durant la même période, le nombre de diplômes devrait même doubler dans les sciences techniques, une évolution que l'OFS attribue à différents facteurs, notamment à une arrivée importante et croissante de nouveaux étudiants en provenance de l'étranger prévue par l'OFS (2008 : 29 % au niveau bachelor et 25 % au niveau master).

Le nombre de **doctorats** devrait, quant à lui, augmenter de 21 % à 3 800 d'ici 2018. On s'attend à une augmentation particulièrement forte dans les disciplines MINT, si bien que la moitié environ de tous les doctorats délivrés en 2018 le seront encore dans ces domaines (cf. pt 2.3.1).

Selon les scénarios de l'OFS, le nombre de diplômes des **hautes écoles spécialisées** augmentera de 17 % d'ici 2018. À l'intérieur des disciplines MINT, seuls des changements minimes sont prévus : le nombre de diplômes baissera en technique et technologies de l'information (TI) (-5 %) et en agriculture et sylviculture (-20 %), et augmentera légèrement (+7 %) dans le domaine de la construction (architecture, planification et mensuration). La plus forte hausse du nombre de diplômes est prévue dans le domaine chimie et sciences de la vie, avec +30 %.

2.4 Entrée dans la vie professionnelle

Les indicateurs de l'OFS «taux d'entrée dans la vie professionnelle» et «revenu des diplômés» indiquent dans quelle mesure les diplômés des hautes écoles réussissent leur entrée dans la vie professionnelle²⁵.

2.4.1 Taux d'entrée dans la vie professionnelle

Le taux d'entrée dans la vie professionnelle²⁶ montre dans quel délai les diplômés des hautes écoles trouvent un emploi correspondant à leur formation après leurs études (figure 10). Tendanciellement, les diplômés au bénéfice d'une formation axée sur la pratique trouvent rapidement un engagement correspondant après la fin de leurs études. Ce principe se vérifie aussi bien pour les hautes écoles universitaires que pour les hautes écoles spécialisées.

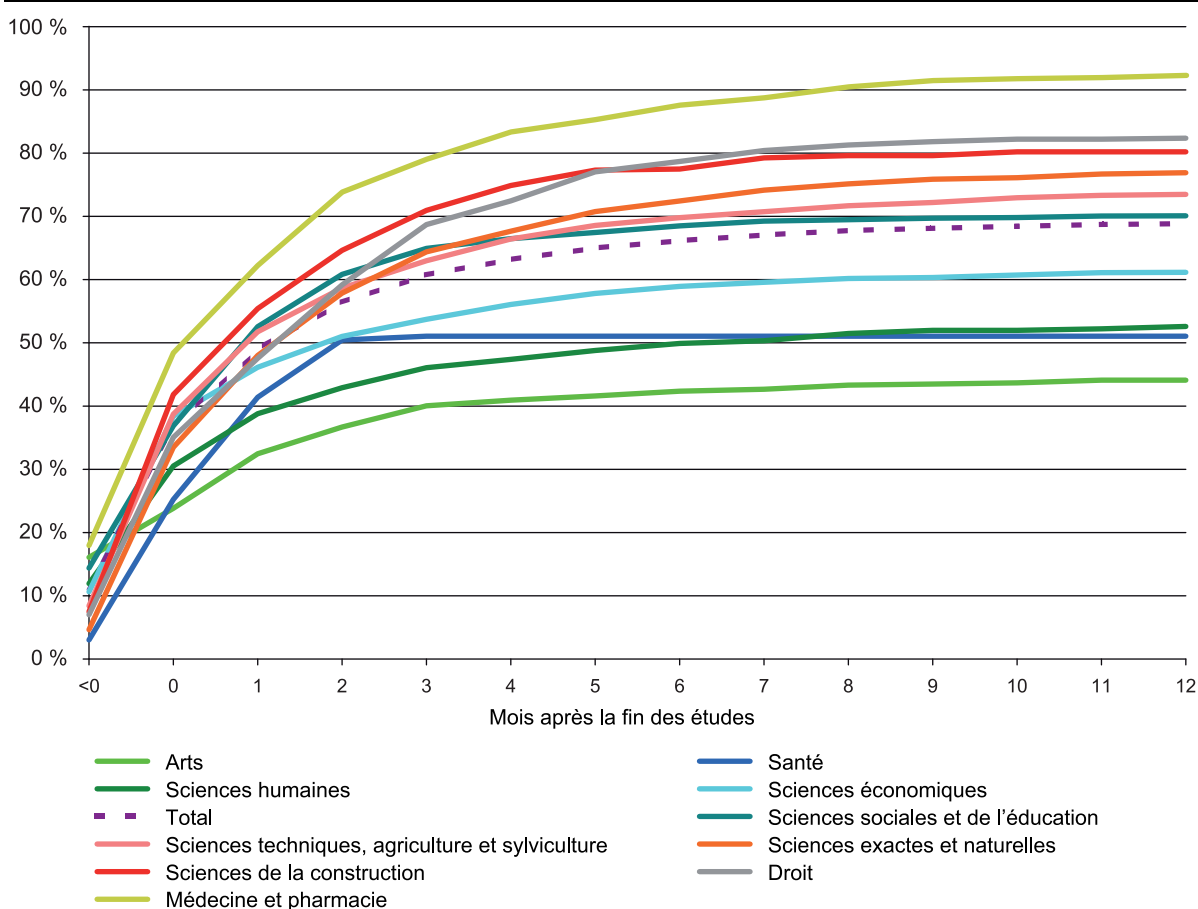
Dans les **hautes écoles universitaires**, c'est le cas de la médecine, de la pharmacie et du droit. Mais les diplômés MINT aussi trouvent un emploi qualifié plus rapidement que la moyenne : trois mois après la fin des études, deux tiers des diplômés des sciences exactes, techniques et naturelles ont déjà trouvé une activité professionnelle correspondant à leur formation.

Dans les **hautes écoles spécialisées**, ce sont les diplômés du domaine d'études architecture, construction et planification qui s'intègrent comparativement le plus vite sur le marché du travail : trois mois après le diplôme, 73 % de ceux-ci ont trouvé une activité professionnelle correspondant à leur formation. Cette proportion est de 65 % dans le domaine technique et technologies de l'information, et de 50 % environ en chimie et sciences de la vie.

²⁵ Cf. OFS, 2008/4. Il n'est pour l'heure pas encore possible d'estimer les effets de l'arrivée sur le marché du travail, principalement à partir de 2010, des nouveaux diplômés master des hautes écoles spécialisées quant à l'entrée dans la vie professionnelle, aux qualifications exigées et au revenu des diplômés.

²⁶ Le taux d'entrée dans la vie professionnelle désigne dans le présent contexte la part de diplômés des hautes écoles qui ont, 20 mois après la fin de leurs études, une activité professionnelle régulière, rémunérée et correspondant à leur formation qui requiert au minimum un diplôme de haute école. Pour plus de détails, voir OFS, 2008/4.

Figure 10 Taux d'entrée dans la vie professionnelle par groupes de domaines d'études et en mois après la fin des études, hautes écoles universitaires et HES, volée de diplômés 2006



Source : OFS

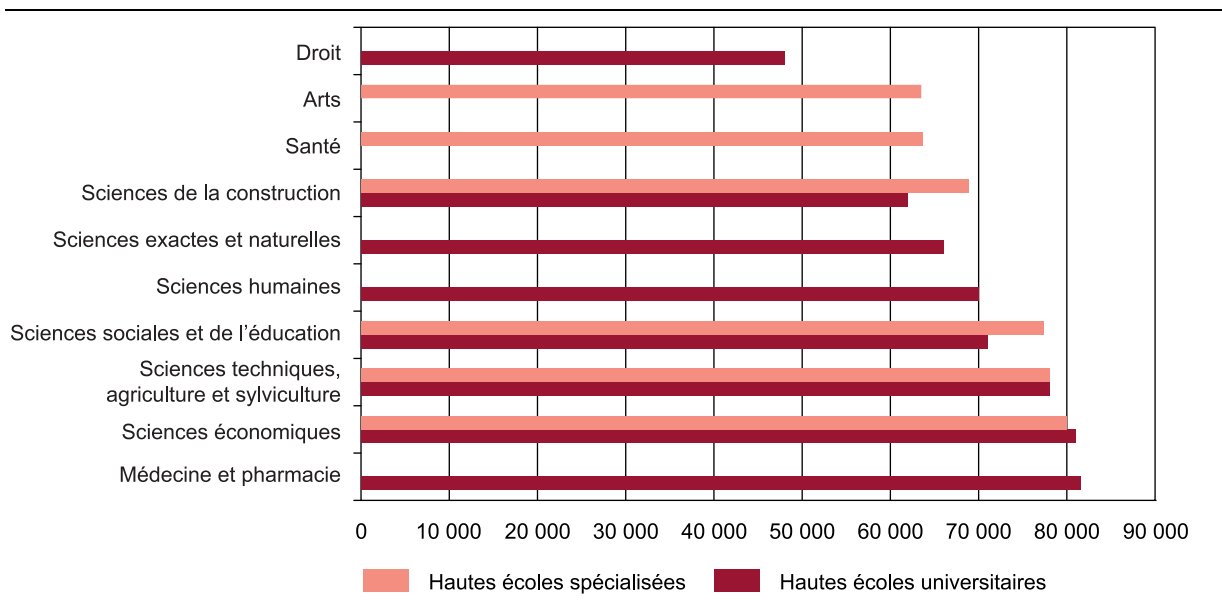
2.4.2 Revenu des diplômés

En 2007, les diplômés des **hautes écoles universitaires** les mieux payés douze mois après la fin de leurs études étaient ceux des sciences économiques, les médecins et les pharmaciens avec un revenu annuel brut de 81 000 francs en moyenne (figure 11)²⁷. Suivent les diplômés des sciences techniques (sciences techniques, agriculture et sylviculture), avec 78 000 francs, et ceux des sciences exactes et naturelles, avec 66 000 francs. Les salaires en construction sont, avec 62 000 francs, plus bas. Les diplômés de hautes écoles de certaines filières (sciences naturelles, droit) présentaient un revenu modeste malgré un taux élevé d'entrée dans la vie professionnelle. Cette particularité est due au fait que les diplômés des sciences naturelles font souvent un doctorat et les juristes un stage, deux activités peu rémunérées.

Chez les diplômés des **hautes écoles spécialisées** aussi, les salaires un an après la fin des études sont moins élevés dans le domaine de la construction et des sciences techniques, où les salaires moyens sont respectivement de 69 000 francs et de 78 000 francs, que dans les sciences économiques (80 000 francs).

²⁷ L'évolution des salaires de la main-d'œuvre qualifiée dans les MINT au cours des dernières années est traitée au pt 3.3.1.

Figure 11 Revenu annuel brut des diplômés des hautes écoles douze mois après la fin des études, 2007 (en CHF)



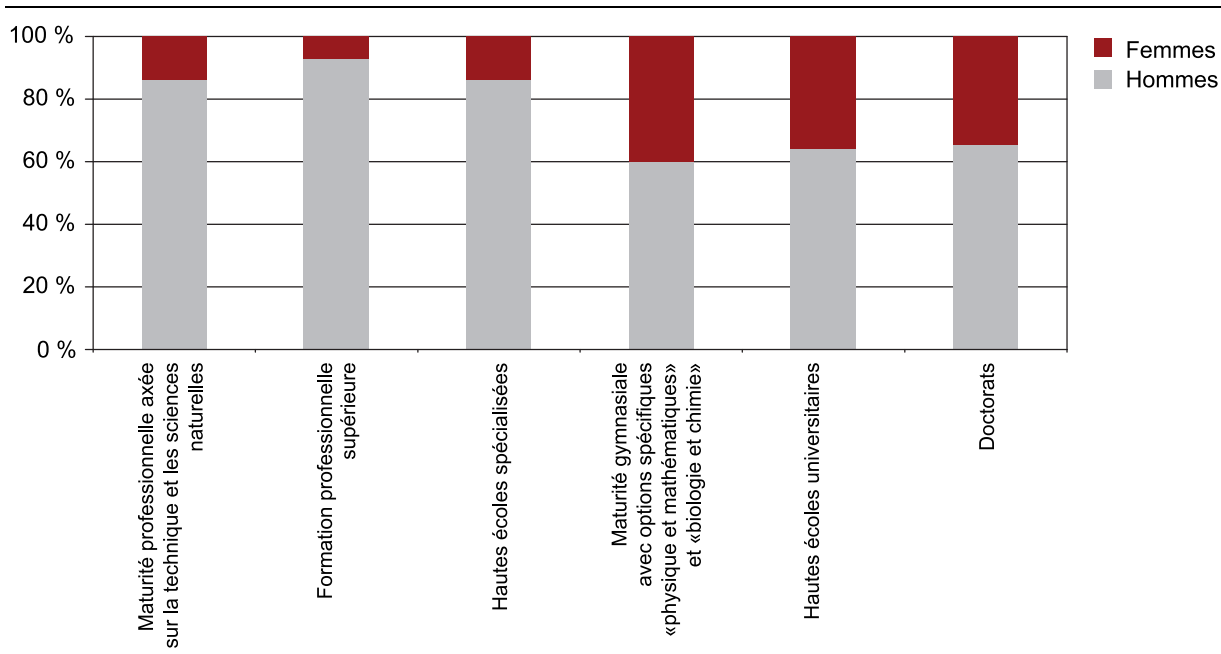
Source : OFS

Le salaire du premier emploi est toutefois peu significatif quant à la future évolution des salaires et des carrières. En effet, cinq ans après l'obtention du diplôme de fin d'études, les diplômés des hautes écoles universitaires ont un revenu moyen à peine plus élevé que ceux des HES (respectivement 90 000 francs et 88 000 francs).

2.5 Part des femmes dans les filières de formation MINT

La figure 12 montre une vue d'ensemble de la proportion de femmes et d'hommes pour les diplômes de formation MINT dans les différentes filières de formation.

Figure 12 Proportion de femmes et d'hommes parmi les diplômés MINT en 2008



Source : OFS

Les points ci-après montrent qu'il existe de grandes différences à l'intérieur des disciplines MINT en ce qui concerne la part des femmes.

2.5.1 Part des femmes au degré secondaire II

Seuls 11 % des personnes qui ont entrepris une **formation professionnelle initiale** dans un domaine MINT en 2006 étaient des femmes. Dans le domaine MINT de la technique, la part des femmes était même de 6 %.

La part des femmes parmi les titulaires d'une **maturité professionnelle** était d'environ 45 % en 2008. Elle varie cependant fortement en fonction de la filière de formation. Elle est la plus élevée dans les domaines de la santé et du travail social (80 %) et la plus faible dans le domaine de la technique (12 %). On constate également de fortes différences entre les sexes en ce qui concerne la probabilité de poursuivre la formation dans une haute école spécialisée : bien que le taux de passage global des femmes soit en augmentation constante depuis 2004 (32 % pour la volée 2005), il est encore presque deux fois plus bas que chez les hommes (62 %).

Parmi l'ensemble des titulaires de la **maturité gymnasiale**, la part des femmes était de 58 % en 2008. Elle dépassait clairement 50 % dans toutes les options spécifiques, avec deux exceptions : elle était de 42 % en «économie et droit» et de 21 % en «physique et applications des mathématiques». Sur l'ensemble des bacheliers, le taux de passage aux études universitaires est nettement plus bas chez les femmes que chez leurs homologues masculins. Les femmes optent plus souvent pour des formations en dehors des hautes écoles universitaires, en particulier dans les domaines de la formation des enseignants²⁸ et de la santé.

2.5.2 Part des femmes au degré tertiaire B

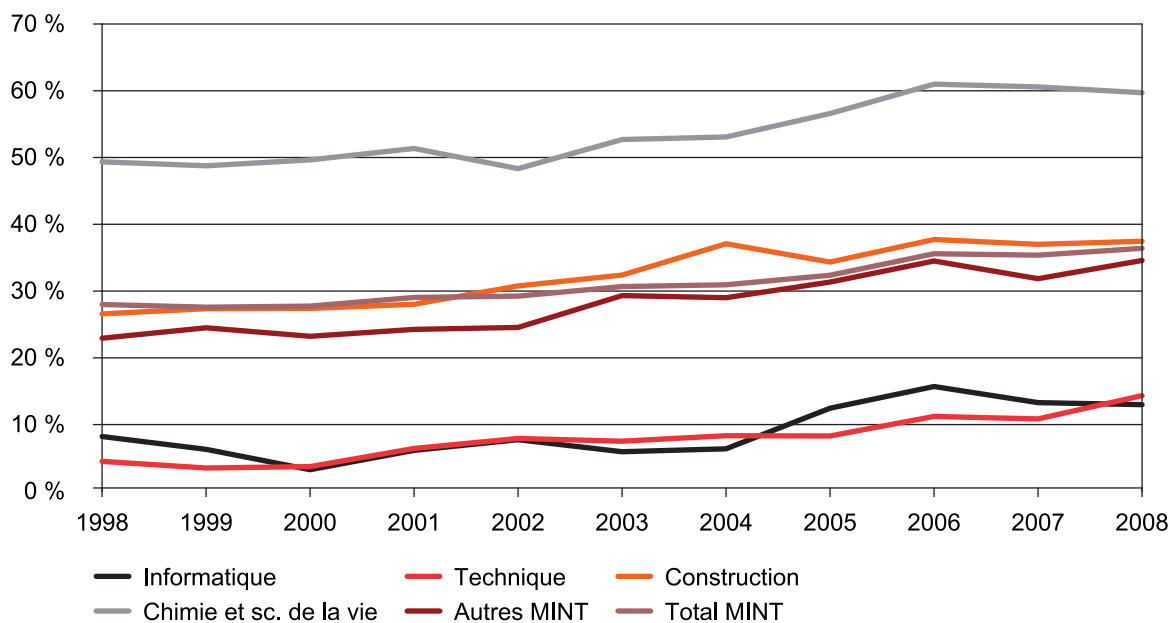
Dans les domaines MINT, le pourcentage de femmes parmi les diplômés de la **formation professionnelle supérieure** est extrêmement bas en 2008. Alors que 45 % des diplômés de la formation professionnelle supérieure ont été délivrés à des femmes, cette part ne dépasse pas 6 % dans les domaines MINT. En 2008, les femmes ont obtenu 330 diplômes, ce qui représente tout de même une augmentation par rapport à l'année 1998, où elles totalisaient 270 diplômes. Les 330 diplômes de 2008 se répartissent comme suit : il s'agissait de 90 *brevets fédéraux*, de 50 *diplômes fédéraux*, de 100 diplômes d'écoles supérieures et de 90 diplômes de la formation professionnelle supérieure non réglementée par la Confédération.

2.5.3 Part des femmes au degré tertiaire A

Dans les **hautes écoles universitaires**, seuls 1 200 de l'ensemble des diplômes master délivrés dans les domaines MINT en 2008 sont allés à des femmes (36 %). Ce nombre représente certes une progression de 45 % par rapport à 1998, mais il ne doit pas cacher que la part des femmes reste très basse dans certains domaines MINT (figure 13). Si le domaine MINT chimie et sciences de la vie affiche une proportion de femmes relativement élevée dans les filières d'études dites «molles» (pharmacie : 85 %, biologie : 58 %), la part des femmes est par contre très faible dans les domaines de l'informatique et de la technique (informatique : 13 %, génie d'exploitation et des systèmes de production : 8 %, génie mécanique : 7 %).

²⁸ La formation des enseignants se fait en Suisse soit dans les hautes écoles pédagogiques, auxquelles leur mandat de prestations confère le statut de hautes écoles spécialisées, soit à l'université.

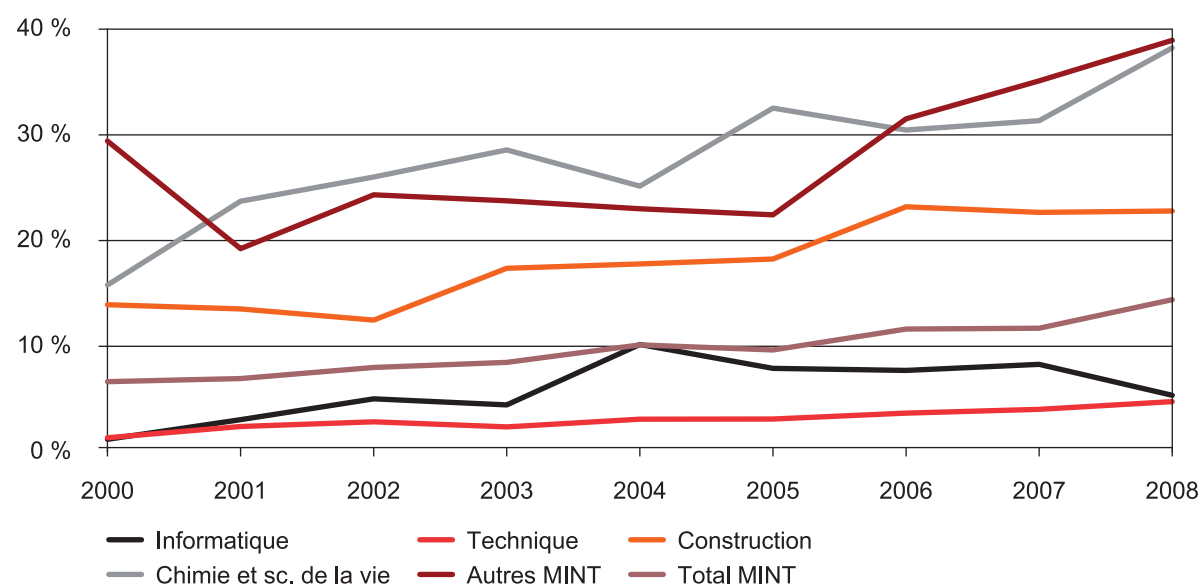
Figure 13 Part des femmes parmi les diplômés MINT des hautes écoles universitaires suisses



Source : OFS

Dans les **hautes écoles spécialisées** également, les domaines MINT, avec 470 diplômes délivrés à des femmes (14 %), font globalement partie de ceux où les femmes sont le moins représentées (figure 14). La part des femmes est comparativement élevée dans le domaine de la construction (28 % en architecture et 27 % en aménagement du territoire, architecture paysagère et géomatique). Elle est même plus importante dans la catégorie Autres MINT (46 % en génie environnemental) ou dans les domaines MINT Chimie et sciences de la vie (45 % en biotechnologie, Life Science Technologies et Molecular Life Sciences), deux catégories qui ont enregistré une forte progression des femmes depuis 2004. À côté de cela, seul 5 % des diplômes délivrés en 2008 dans les domaines de la technique et de l'informatique sont allés à des femmes, voire aucun diplôme dans certaines filières de ce domaine (technique du bois, ingénieur-designer, optométrie ou ingénierie et technologies de l'information).

Figure 14 Part des femmes parmi les diplômés MINT des hautes écoles spécialisées suisses



Source : OFS

3 La pénurie de personnel qualifié MINT

3.1 La pénurie de spécialistes MINT en Suisse

Depuis un certain temps, on observe une pénurie de personnel qualifié MINT²⁹ dans tous les pays industrialisés³⁰. Il s'est avéré toujours plus difficile d'occuper les places vacantes MINT. Afin de mieux évaluer le degré de pénurie supposée en Suisse, deux études ont été commandées qui traitent chacune la question avec une approche différente.

BASS³¹ a estimé l'évolution et le degré de la pénurie supposée de personnel qualifié en Suisse au moyen d'analyses statistiques et d'une enquête détaillée conçue spécialement en fonction des besoins du marché du travail MINT, qui a été réalisée en mars 2009. Elle tient compte des diplômes de niveau hautes écoles universitaires et hautes écoles spécialisées. Les observations de l'enquête sont un instantané de la situation en mars 2009.

L'enquête BASS montre que la Suisse a clairement connu une pénurie de spécialistes MINT en mars 2009, malgré la crise économique. Alors qu'un total de 173 000 spécialistes MINT étaient occupés en Suisse, il y avait 16 000 places vacantes MINT pour 2 000 spécialistes MINT demandeurs d'emploi.

Un autre indice de la pénurie de spécialistes MINT est le taux de chômage très bas des spécialistes MINT, que BASS situe à 1,2 % contre 3,4 % pour l'ensemble de la population active.

Selon B,S,S.³², la pénurie de personnel qualifié se manifeste d'une part dans le grand nombre de places vacantes en comparaison avec le nombre de personnes au chômage, et d'autre part dans un afflux supérieur à la moyenne de personnel étranger dans les professions MINT (cf. chap. 3.3.2). En particulier la construction, qui connaît une forte immigration depuis 2003, mais aussi le domaine chimie et sciences de la vie (depuis plus longue date) dépendent de l'apport de spécialistes étrangers. En informatique et en technique, on recrute nettement plus de personnel à l'étranger depuis 2000.

D'autres indicateurs de B,S,S. montrent qu'à l'exception de la construction et de l'informatique, il y a plus de personnes actives ayant des qualifications dans les domaines MINT que de personnes qui travaillent dans les champs professionnels correspondants. Cela pourrait également induire une pénurie de personnel qualifié. Il semble en effet difficile d'occuper des postes MINT typiques avec des travailleurs qualifiés dans d'autres domaines.

Selon BASS, la forte croissance de l'économie suisse a eu un effet important sur les places vacantes destinées aux spécialistes MINT : à partir de 2006, le déficit de spécialistes MINT a progressé continuellement pour atteindre le maximum de 23 700 en octobre 2007. Avec les premiers signes de la crise de marchés financiers fin 2008, le nombre de places vacantes MINT a chuté et le déficit de spécialistes MINT s'est réduit de moitié. Entre novembre 2008 et mars 2009, le niveau du déficit de spécialistes MINT s'est stabilisé à 14 000 environ.

²⁹ Par **spécialiste MINT**, on entend dans le présent rapport toute personne active ayant obtenu un diplôme universitaire ou HES dans une filière MINT. (Les diplômés de la formation professionnelle supérieure ne sont pas pris en compte.) Le **déficit de spécialistes MINT** est défini comme la différence entre le nombre de places MINT vacantes et le nombre de spécialistes MINT demandeurs d'emploi.

³⁰ Cf. S. W. Bonga, 2006.

³¹ Cf. Gehrig, M. et al., 2010. BASS a interrogé 3 815 entreprises dans le cadre d'une enquête solidement étayée. La méthodologie et les modalités de l'enquête sont détaillées dans le rapport BASS (Gehrig, M. et al., 2010), et le questionnaire peut être consulté auprès du bureau BASS. BASS s'appuie sur une répartition des domaines et des filières MINT légèrement différente de celle de l'OFS (cf. annexes 1 et 2). On trouve un tableau récapitulatif des données récoltées par BASS à l'annexe 3.

³² Cf. B,S,S., 2010.

Dans le détail, BASS a constaté en mars 2009 un déficit de spécialistes dans les domaines MINT suivants :

Technique

Dans le domaine MINT de la technique, le nombre de places vacantes a fortement augmenté à partir de janvier 2006³³. Dès février 2008, le déficit de personnel qualifié s'est stabilisé à un haut niveau d'environ 14 000 spécialistes manquants et a atteint son maximum en octobre 2008 – il manquait alors 16 000 techniciens et ingénieurs pour répondre à la demande. À partir de cette date, la crise économique s'est fait sentir et le nombre de places vacantes a chuté de presque 60 % pour s'établir à 6 400. En mars 2009, il manquait 4 300 spécialistes MINT dans le domaine de la technique, pour un taux de chômage de 0,9 %. La diminution du nombre de places vacantes a été particulièrement marquée dans l'industrie des machines, des équipements électriques et des métaux (industrie MEM), où elle a atteint 50 %. Cette réactivité s'explique du fait que l'industrie MEM est fortement tournée vers les exportations, ce qui la rend très sensible à la conjoncture économique mondiale. La pénurie de spécialistes a toutefois subsisté en particulier dans le génie électrique, le génie mécanique et la microtechnique.

Informatique

Comme dans le domaine MINT de la technique, le déficit de personnel qualifié MINT en informatique a augmenté de façon continue depuis janvier 2006 pour atteindre la marque record de 9 000 informaticiens manquants en octobre 2007. Dès octobre 2007, le nombre de places MINT vacantes a toutefois commencé à diminuer de façon continue. En mars 2009, il y avait encore quelque 4 000 places vacantes pour un taux de chômage de 1,3 %.

Construction

Le domaine MINT de la construction, qui occupe 37 000 spécialistes, semble réagir moins rapidement et moins fortement aux fluctuations de l'ensemble de l'économie. À partir de la moitié de l'année 2004, le déficit de spécialistes a augmenté de façon continue pour atteindre largement la marque de 4 000 en mars 2009. 10 % des places MINT ne pouvaient pas être occupées, tandis que le taux de chômage pointait à 0,9 % seulement. On a surtout manqué d'ingénieurs civils et de techniciens des bâtiments qualifiés. La récession qui a durement frappé l'industrie, en particulier, a pratiquement épargné le secteur de la construction à ce jour. La pénurie de personnel qualifié y restait donc élevée en mars 2009.

Chimie et sciences de la vie

Le domaine MINT chimie et sciences de la vie, relativement petit par rapport aux domaines traités ci-dessus (il occupe 20 000 spécialistes MINT), présente un déficit de personnel qualifié plus variable et généralement beaucoup moins marqué. Avec 1 000 spécialistes manquants en mars 2009, le déficit de personnel qualifié MINT n'était pas particulièrement élevé en chiffre absolu. Il était toutefois important dans les catégories MINT de la biotechnologie et de la santé. On manquait en particulier de personnel qualifié en technique médicale, en pharmacie et en technologie pharmaceutique. Le taux de chômage était de 0,9 %.

3.2 La pénurie est-elle appelée à durer ?

L'évolution de la pénurie de personnel qualifié retracée par BASS entre novembre 2008 et mars 2009 montre que la pénurie a subsisté malgré la détérioration de la conjoncture au cours de cette période. BASS prévoit que la pénurie de spécialistes va continuer de s'atténuer au cours des prochains mois à cause de la récession, et compte même avec une résorption du déficit de spécialistes dans certains domaines. Il est difficile d'estimer à partir de quand l'économie commencera à se rétablir complètement et quels changements structurels la dernière récession entraînera. Néanmoins, l'évolution des dernières années semble indiquer que la pénurie de spécialistes MINT avait aussi des causes structurelles, ce qui laisse penser que le déficit de spécialistes dans les domaines MINT pourrait rapidement recommencer à se creuser dès la reprise.

³³ Selon BASS, les domaines de la technique et de l'informatique occupaient ensemble environ 101 000 spécialistes MINT en mars 2009.

Au cours des dernières années, le marché n'a pas su réagir – ou pas suffisamment – à la pénurie de spécialistes (cf. chap. 3.3), et le déficit de spécialistes n'a cessé de s'accroître en période de haute conjoncture. Cette observation laisse penser qu'il s'agit d'un problème structurel. Il reste néanmoins difficile d'estimer quelle part de la pénurie est due à des causes structurelles et quelle part aux effets de la conjoncture, compte tenu des fluctuations relativement importantes de cette dernière.

3.3 Réaction du marché du travail MINT en Suisse

Les situations de pénurie structurelle dénotent un déséquilibre du marché. Les forces du marché tendent en général à combler les situations de pénurie. Le présent chapitre montre comment la situation sur le marché du travail MINT en Suisse s'est répercutée sur l'évolution des salaires, l'immigration et l'évolution des effectifs d'étudiants au cours des années où une pénurie de personnel qualifié MINT a commencé à se faire sentir. Au sens large, les nombreuses mesures et initiatives prises par les entreprises pour endiguer la pénurie de personnel qualifié peuvent aussi être considérées comme une réaction du marché du travail MINT (cf. chap. 5.6 et annexe 4).

3.3.1 Évolution des salaires

Le marché du travail MINT a réagi à la raréfaction du personnel qualifié MINT disponible par une augmentation substantielle des salaires. Les enquêtes salariales de Swiss Engineering³⁴ montrent que les salaires réels des spécialistes MINT entre juin 2004 et mai 2008 ont beaucoup plus progressé que la moyenne de tous les salaires (3,3 % contre 0,6 %, figure 15). Cette tendance est confirmée par les études salariales de FH SUISSE, qui montrent une croissance salariale supérieure à la moyenne pour les ingénieurs de l'industrie horlogère, de 3,4 % entre 2005 et 2009³⁵, ainsi que par l'enquête salariale de la SIA 2009 pour les années 2006 à 2009³⁶. Chez les ingénieurs civils, le salaire moyen en 2009 était 8,2 % plus élevé en valeur nominale que celui de 2006. Ces chiffres montrent que le marché du travail MINT a réagi à la raréfaction de l'offre en personnel qualifié MINT, indépendamment du type de diplômes MINT considéré, par une augmentation substantielle des salaires ces dernières années³⁷.

Toutefois, les salaires des femmes n'ont pas réagi au même degré à la pénurie de personnel qualifié. Chez les femmes ingénieures titulaires d'un diplôme HES, le salaire moyen a même baissé de 7 % entre 2007 et 2009. La différence de salaire entre les hommes et les femmes a ainsi encore augmenté pour se chiffrer à 34 400 francs en 2009³⁸.

³⁴ Chiffres basés sur les enquêtes salariales de Swiss Engineering au cours des années 2006, 2007 et 2008.

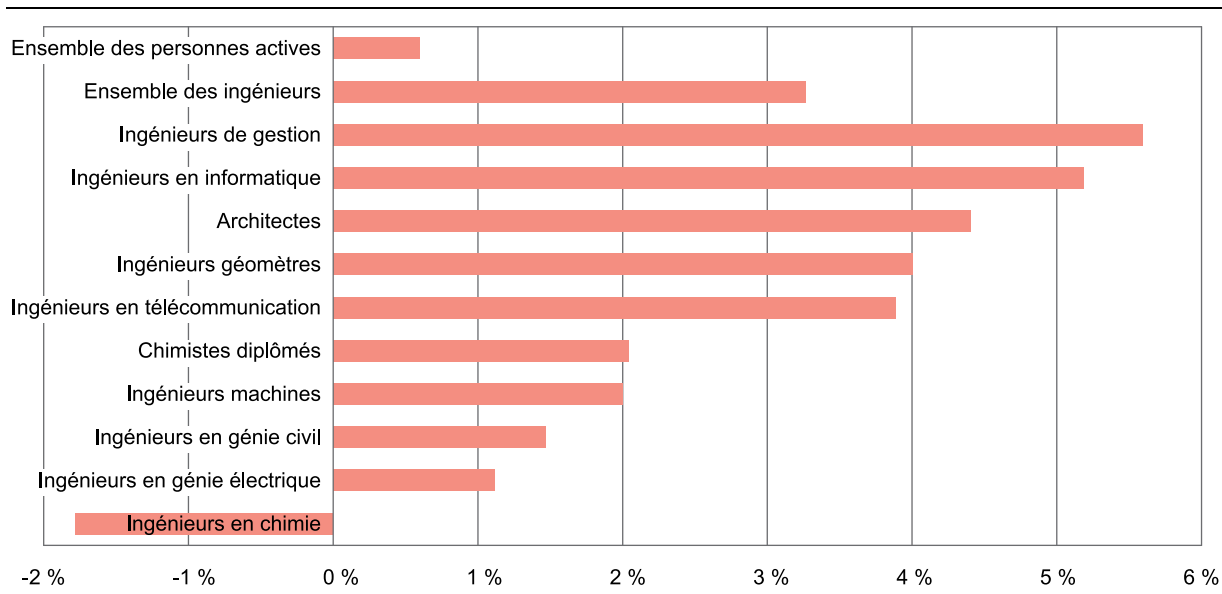
³⁵ L'augmentation de salaire dépend toutefois fortement de la région, de la position professionnelle et du sexe (cf. études salariales de FH SUISSE, par ex. FH SUISSE, 2009/1 et FH SUISSE, 2009/2).

³⁶ Cf. SIA, 2009.

³⁷ Dans le cadre d'une enquête de la SIA auprès de ses entreprises affiliées concernant la pénurie de personnel qualifié, 45 % des bureaux d'ingénieurs et 32 % des bureaux d'architectes ont pourtant indiqué le niveau salarial relativement bas comme l'une des raisons de la pénurie de personnel qualifié (cf. SIA, 2008). L'architecture fait cependant partie des domaines MINT qui n'ont pas connu de pénurie de personnel qualifié au cours des dernières années.

³⁸ Cf. FH SUISSE, 2009/2. Il n'existe pas de données analogues sur les spécialistes MINT titulaires d'un diplôme universitaire.

Figure 15 : Augmentation réelle des salaires entre 2005 et 2008



Remarque : Les données annuelles se rapportent dans chaque cas à la période de juin à mai compris. Les enquêtes salariales de Swiss Engineering sont réalisées chaque année au cours des mois de mars à mai.

Source : BASS, sur la base des enquêtes salariales de Swiss Engineering pour les années 2006, 2007 et 2008

3.3.2 Immigration de personnel qualifié MINT étranger

L'immigration de spécialistes MINT est positivement corrélée à la pénurie de spécialistes MINT. BASS a constaté que l'afflux de spécialistes MINT en provenance de l'étranger a augmenté dans la même proportion que la pénurie de personnel qualifié MINT. En 2007 et 2008, plus de 10 000 spécialistes MINT ont immigré chaque année. Cette réaction du marché du travail montre que le marché du travail MINT suisse ne s'arrête pas aux frontières nationales. L'immigration importante de travailleurs MINT a été notablement favorisée par l'entrée en vigueur progressive de l'accord sur la libre circulation des personnes avec l'UE à partir de juin 2002. La révision de la loi fédérale sur les étrangers pour les ressortissants de pays tiers est elle aussi clairement centrée sur l'immigration de travailleurs hautement qualifiés et contribue ainsi à atténuer la situation de pénurie sur le marché suisse du travail³⁹.

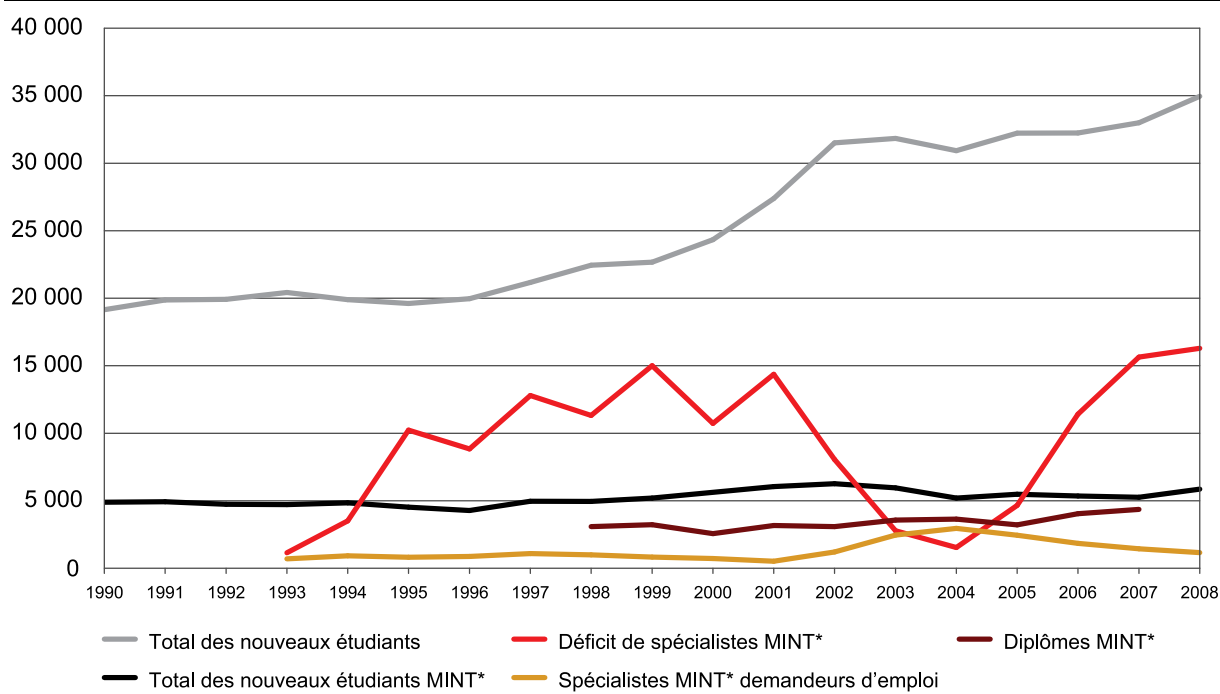
3.3.3 Évolution des effectifs d'étudiants

On n'observe pas d'influence directe de la pénurie de personnel qualifié MINT et de l'augmentation des salaires sur le nombre de personnes débutant des études dans les filières MINT. S'il est vrai que le nombre total d'étudiants a fortement augmenté ces dernières années dans les hautes écoles universitaires et dans les hautes écoles spécialisées, l'augmentation est restée modérée dans les filières MINT et elle est principalement due à l'augmentation de la part d'étudiants étrangers. La comparaison (figure 16) entre le déficit de spécialistes MINT et les entrées dans des filières MINT montre que les immatriculations dans des filières MINT n'ont augmenté que faiblement depuis le début des années 1990 et qu'elles n'ont pas permis de réduire le déficit de spécialistes MINT. La comparaison avec les données les plus récentes concernant l'immigration souligne l'effet à court

³⁹ Art. 30, al. 1, let. i, de la loi fédérale sur les étrangers (LEtr, RS 142.20) et nouvel art. 47 de l'ordonnance relative à l'admission, au séjour et à l'exercice d'une activité lucrative (OASA, RS 142.201), en vigueur depuis le 1^{er} janvier 2009. En principe, les ressortissants étrangers qui sont venus faire des études dans une haute école suisse doivent quitter la Suisse après avoir obtenu leur diplôme. Les citoyens des pays de l'UE/AELE qui ont terminé des études en Suisse peuvent commencer à travailler s'ils ont un contrat de travail valable ou demander une autorisation de courte durée afin de chercher un emploi. Les citoyens de pays tiers peuvent exercer une activité lucrative en Suisse si leur activité répond à un intérêt scientifique prépondérant ou (nouvellement) à un intérêt économique. Le 18 juin 2010, les Chambres fédérales ont décidé que les citoyens de pays tiers diplômés de hautes écoles suisses peuvent être admis à titre provisoire pour un séjour de six mois leur permettant de chercher un emploi (référéndum facultatif, le Conseil fédéral fixe l'entrée en vigueur). En vertu de la décision du 18 juin 2010, l'art. 30, al. 1, let. i, LEtr sera abrogé pour être remplacé par l'art. 30, al. 3, LEtr, complété par la possibilité d'un séjour de six mois destiné à la recherche d'emploi.

terme relativement limité d'une augmentation du nombre d'étudiants : en 2007 et 2008, environ deux fois plus de spécialistes MINT ont immigré en Suisse que d'étudiants ayant entrepris des études correspondantes en Suisse durant la même période. Un indice qui laisse à penser que les conditions sur le marché du travail n'ont qu'un impact limité sur le choix d'une discipline d'études et que d'autres critères sont au premier plan.

Figure 16 Relation entre le déficit de spécialistes MINT et les effectifs d'étudiants MINT⁴⁰



Source : Étude BASS, statistique du marché du travail (SECO), moniteur du marché de l'emploi (Université de Zurich), enquête en ligne BASS auprès des entreprises sur la pénurie de personnel qualifié MINT (mars 2009), OFS, calculs du bureau BASS. BASS marque d'une étoile (MINT*) les domaines MINT particulièrement touchés d'une pénurie.

Comme on l'a vu, le nombre d'entrées en formation professionnelle initiale dans un domaine MINT a progressé de 14 % entre 1995 et 2006 (chap. 2.1). Ce chiffre peut être interprété comme un signe que l'économie a réagi au manque de personnel MINT également dans le domaine de la formation professionnelle, en augmentant l'offre de places d'apprentissage.

3.4 Passage à d'autres groupes professionnels

Une proportion importante de personnes actives ayant une formation MINT travaillent dans un groupe professionnel étranger à leur formation ou du moins ne sont plus actifs en tant que spécialistes MINT au sens étroit⁴¹. En même temps, les ingénieurs se recyclent souvent dans la gestion : ils occupent 20 % de tous les postes de direction et des conseils d'administration en Suisse. Dans les entreprises technologiques et de façon générale dans les branches axées sur la technologie, ils dépassent même cette proportion dans ces fonctions⁴². À l'opposé, peu de personnes étrangères à la profession exercent une activité dans un domaine MINT.

Visiblement, les spécialistes MINT sont porteurs de compétences qui rendent leur conversion dans un autre champ professionnel relativement aisée. La capacité d'analyse, les connaissances mathématiques et la compétence méthodologique des spécialistes MINT sont des qualités très recherchées pour occuper les postes de direction et de gestion.

⁴⁰ Ce graphique ne tient compte que des domaines MINT touchés par une pénurie de personnel qualifié ces dernières années, c'est-à-dire l'informatique, le génie électrique, le génie mécanique, la microtechnique, l'ingénierie de gestion, la construction, la chimie et les sciences exactes. On trouve une vue d'ensemble de ces domaines MINT à l'annexe 3.

⁴¹ Cf. B,S,S, 2010.

⁴² Cf. Umbach Daniel A. , 2008.

Il est vrai que cette situation crée une forte concurrence autour des spécialistes MINT disponibles et entre les différentes branches, par exemple celle des assurances et des banques face à la branche classique de l'ingénierie. Cependant, du point de vue de l'économie, la flexibilité professionnelle des spécialistes MINT est une bonne chose, car elle permet au marché du travail de réagir rapidement aux changements et d'employer les travailleurs là où leurs capacités apportent la plus grande productivité.

3.5 Conséquences pour les entreprises concernées

Selon BASS, les entreprises orientées vers la technique qui souffrent actuellement d'une pénurie de personnel qualifié MINT ou ont été au moins une fois touchés par une telle pénurie en 2008 disent subir les conséquences néfastes liées à la pénurie. Elles mentionnent les effets négatifs suivants :

Coûts de recrutement plus élevés : la rareté des demandeurs d'emploi entraîne une procédure de recrutement plus coûteuse, qui inclut la recherche de spécialistes à l'étranger.

Coûts de formation continue : le personnel qui ne correspond pas entièrement au profil des postes MINT doit être formé en cours d'emploi dans l'entreprise, ou sa période de mise au courant doit être allongée.

Coûts salariaux plus élevés : la raréfaction de la main-d'œuvre qualifiée MINT fait grimper les salaires ou alors le personnel qualifié MINT engagé doit accomplir des heures supplémentaires coûteuses, quand il ne faut pas payer au prix fort les prestations de travail de spécialistes MINT externes.

Externalisation : l'externalisation des prestations de travail représente une perte de savoir et d'intelligence (*brain drain*).

Renonciation à des mandats ou reports d'exécution : une réduction du nombre de mandats ou des retards d'exécution entraînent une baisse du chiffre d'affaires.

Coûts de la fluctuation : le débauchage d'employés MINT par des entreprises concurrentes augmente les coûts de personnel. La raréfaction de l'offre sur le marché du travail MINT retarde les nouveaux engagements, ce qui se répercute négativement sur le processus de production.

Renonciation à des innovations de produits : la pénurie de spécialistes MINT se traduit par un ralentissement de l'innovation, ce qui affaiblit la compétitivité de l'entreprise.

De telles conséquences de la pénurie de personnel qualifié MINT au niveau des entreprises peuvent se répercuter de façon directe ou indirecte sur les résultats économiques de la Suisse. Faute de spécialistes MINT, notre pays produira moins de marchandises et de services, ou à une qualité moindre. S'il faut par exemple acquérir ne serait-ce que provisoirement des prestations de personnel qualifié MINT à l'étranger, cela réduit également directement la performance économique de la Suisse. Ces répercussions sont particulièrement sensibles dans les domaines MINT touchés par une pénurie de personnel qualifié, en particulier dans les entreprises d'exportation.

4 Causes de la pénurie de spécialistes MINT

La pénurie de spécialistes MINT a différentes causes. L'une des plus importantes est sans aucun doute le profond changement structurel de l'économie suisse à partir de la seconde moitié du 20^e siècle. En raison des transformations dans la technologie de production («*skill biased technological change*»), le processus de production à l'échelle nationale a besoin de toujours plus de personnel qualifié et de toujours moins de main-d'œuvre non qualifiée. C'est en particulier la demande en capital humain technique qui a augmenté. Depuis 1950, la part des spécialistes MINT par rapport au total des personnes actives a presque décuplé⁴³.

À cela s'ajoutent des facteurs démographiques : compte tenu de la pyramide des âges actuelle, un grand nombre de personnes qualifiées vont quitter la vie active au cours des dix à vingt prochaines années⁴⁴. En même temps, le taux de naissance est bas et conduira à long terme naturellement à une baisse du nombre d'étudiants (si cette tendance n'est pas compensée par l'arrivée d'étudiants étrangers).

Même si le marché a réagi à la pénurie de spécialistes par une augmentation des salaires et un recours plus important à du personnel étranger, on ne constate pas d'augmentation comparable des jeunes suisses qui suivent une formation MINT. Quant aux femmes, elles restent également sous-représentées dans les filières d'études MINT.

Ainsi se pose naturellement la question de savoir quels facteurs sont en mesure d'influencer les jeunes quant à leur choix d'une filière. C'est l'objet du présent chapitre, qui passe en revue les principaux facteurs d'influence⁴⁵.

4.1 L'intérêt pour les domaines MINT comme facteur central

L'intérêt est le plus important facteur pour le choix d'une filière d'études⁴⁶, loin devant une éventuelle prise en compte des conditions sur le marché du travail. Au niveau gymnasial par exemple, l'intérêt est le motif principal guidant le choix d'une option spécifique chez les élèves, lequel est plus tard déterminant pour le choix d'une filière d'études⁴⁷. L'intérêt a une importance comparable pour toutes les options spécifiques. Toutefois, les futurs étudiants pondèrent différemment les motifs conduisant au choix d'une filière d'études selon l'orientation choisie⁴⁸. Ainsi, les étudiants en sciences économiques et en droit dans les hautes écoles universitaires et les étudiants en économie et services dans les hautes écoles spécialisées jugent également les perspectives sur le marché du travail et les chances de revenu comme très importantes. Chez tous les autres étudiants, ces considérations jouent un rôle plus secondaire dans le choix d'une filière.

Les jeunes versés dans la technique manifestent de façon générale un intérêt marqué pour les mathématiques à l'âge de 15 ans, lequel semble prépondérant pour le choix ultérieur d'une filière d'études MINT⁴⁹. Bien que les filles soient moins nombreuses à s'intéresser aux mathématiques que les garçons, la corrélation entre l'intérêt – lorsqu'il est présent – et le choix d'une filière d'études est tout aussi forte chez les femmes que chez les hommes.

L'intérêt en faveur ou en défaveur d'une future activité professionnelle dans les domaines MINT semble être déjà présent et stabilisé au degré secondaire I⁵⁰. Il est rare que des bacheliers

⁴³ Cf. Gehrig M. et al., 2010.

⁴⁴ Cf. Acatech et VDI, 2009.

⁴⁵ La plupart des informations de ce chapitre proviennent de BASS (Gehrig M. et al., 2010). Elles se fondent sur une analyse quantitative de la base de données TREE (pour *Transitions de l'École à l'Emploi* : étude longitudinale à l'échelle nationale sur les parcours de formation des jeunes en Suisse). Chaque fois qu'une autre source que BASS a été utilisée, elle est mentionnée dans une note en bas de page.

⁴⁶ Voir par ex. OFS, 2009/5.

⁴⁷ Ramseier E. et al., 2008. Cf. pt 2.1.2.

⁴⁸ Cf. OFS, 2009/5.

⁴⁹ Cf. Acatech et VDI, 2009 ; BASS, 2010.

⁵⁰ BASS a pu démontrer une importante corrélation dans la biographie éducative entre le choix d'une voie de formation à la fin de la scolarité obligatoire et le choix d'une formation à la fin du secondaire II. Cf. Hemmo V., 2005.

entreprennent des études MINT après la maturité sans avoir déjà manifesté un intérêt pour les disciplines techniques à l'âge de 15 ans. Le cas contraire, soit que des personnes ayant un intérêt précoce pour la technique choisissent néanmoins de ne pas étudier une discipline MINT le moment venu, est plus fréquent.

Des entraves d'accès formelles peuvent entrer en jeu. En effet, des conditions d'admission spécifiques doivent être remplies pour accéder aux filières d'études (maturité gymnasiale, maturité professionnelle d'une certaine orientation, etc.). Il existe par ailleurs aussi des barrières informelles, telles que les représentations qu'une personne a acquises au cours de sa biographie éducative. Ainsi, une jeune femme qui a fait une maturité gymnasiale axée sur les langues et la culture pourra être portée à ne pas opter pour des études d'ingénieur malgré des capacités mathématiques et techniques tout à fait suffisantes.

Pour expliquer le manque d'intérêt technique chez les jeunes, on évoque notamment la perte de signification des jouets techniques traditionnels comme les boîtes de construction par rapport aux jeux électroniques qui dominent aujourd'hui (triomphe de l'ordinateur)⁵¹.

4.2 Résultats scolaires et autoévaluation

Les résultats scolaires en mathématiques et en physique ont également une influence sur le choix d'une filière d'études : des bons résultats en mathématiques chez les élèves de 15 ans augmentent la probabilité que ces élèves entreprennent plus tard des études MINT. Ce constat vaut aussi bien pour les femmes que pour les hommes⁵².

On peut en déduire qu'il serait possible d'augmenter la probabilité que les futurs étudiants optent pour des études MINT en améliorant les prestations des élèves du secondaire en mathématiques. PISA 2003 a certes montré que les compétences en mathématiques des élèves suisses de 15 ans peuvent être jugées bonnes à très bonnes en comparaison internationale⁵³. Cependant, l'évaluation de la réforme de la maturité a au contraire mis en lumière des faiblesses, qui dépendent fortement des options spécifiques choisies⁵⁴.

Parallèlement aux résultats scolaires, un autre facteur également important est la perception que les futurs étudiants ont de leurs propres capacités⁵⁵. Déjà au niveau gymnasial, les capacités propres, mesurées sur la base des résultats obtenus jusque-là, sont presque aussi importantes que l'intérêt (86 % des élèves les jugent très importantes ou assez importantes)⁵⁶. Cela vaut en particulier pour l'option spécifique physique et applications des mathématiques.

4.3 Qualité de l'enseignement

Il est prouvé qu'un bon enseignement dans les disciplines techniques augmente l'intérêt des futures personnes actives pour la technique. Les équipements disponibles et la forme didactique de l'enseignement des sciences naturelles ou de l'ingénieur aux degrés secondaires I et II ont une influence significative sur le choix d'une discipline d'études⁵⁷. Les élèves ressentent en particulier l'enseignement de la physique, pourtant reconnu comme un accès important à la technique et un critère important pour le choix d'une formation et d'une profession techniques, comme plutôt éloigné de la technique et de la pratique⁵⁸.

⁵¹ Cf. Acatech et VDI, 2009 Zwick M. et al., 2000.

⁵² Cf. Acatech et VDI, 2009 ; BASS, 2010.

⁵³ OFS/CDIP, 2005.

⁵⁴ Cf. Eberle F. et al., 2008.

⁵⁵ L'indice PISA d'image de soi à l'école se fonde sur le degré d'adhésion ou d'opposition des élèves de 15 ans par rapport aux propositions suivantes : «J'apprends rapidement dans la plupart des matières», «Je suis fort dans la plupart des matières», «J'ai de bons résultats dans la plupart des matières».

⁵⁶ Cf. Ramseier E. et al., 2008.

⁵⁷ Cf. Heine Ch. et al., 2006 ; Acatech et VDI, 2009.

⁵⁸ Cf. Acatech et VDI, 2009.

Selon les statistiques de l'OFS, les étudiants des domaines MINT au niveau universitaire ont certes une probabilité supérieure à la moyenne d'obtenir un diplôme, mais pas forcément dans la discipline choisie au début des études. Manifestement, ces étudiants se sentent appelés à faire des études supérieures, mais pas dans une discipline MINT. La question se pose de savoir s'il serait possible de limiter ces «changements de vocation» par une meilleure didactique spécifique pour chaque discipline au degré secondaire II et dans les hautes écoles.

4.4 Conditions socioéconomiques des étudiants

Le statut socioéconomique des futurs étudiants peut avoir une influence sur le choix d'une filière d'études MINT lors du passage entre le degré secondaire II et le degré tertiaire. Cela peut s'expliquer par la charge de travail importante que représentent des études MINT. Selon l'OFS, la charge de travail hebdomadaire dans les hautes écoles universitaires est de 47 heures dans les sciences techniques et 41 heures dans les sciences exactes. En comparaison, la charge de travail hebdomadaire en sciences économiques ou en droit, par exemple, n'est que d'environ 35 heures. Le constat est analogue dans les HES : la charge de travail hebdomadaire dans les domaines d'études architecture, génie civil et planification (48 heures), technique et technologies de l'information (44 heures) et chimie et sciences de la vie (42 heures) est supérieure à la moyenne. Or, on peut supposer que les futurs étudiants qui ont besoin d'un revenu auront tendance à choisir plutôt des filières d'études plus courtes et moins exigeantes en temps.

4.5 Indice du développement d'un pays

Le pays d'origine joue lui aussi un rôle au sens large dans le choix des études. Une étude internationale⁵⁹ s'appuyant sur les données de plusieurs dizaines de milliers d'élèves dans plus de 20 pays montre que les jeunes de 15 ans sont d'autant moins intéressés aux MINT que leur pays a un indice de développement humain (IDH) élevé au sens des Nations Unies⁶⁰. On observe une corrélation (négative) linéaire entre l'indice de développement d'un pays et le souhait exprimé par les jeunes de 15 ans de devenir des spécialistes MINT. Dans des pays comme le Bangladesh, le Ghana ou l'Ouganda, où l'IDH est bas, les jeunes de 15 ans sont très favorables à des études MINT. Au Japon et en Europe occidentale, c'est exactement le contraire.

4.6 Différences entre les femmes et les hommes

4.6.1 Intérêts spécifiques aux sexes

Comme on l'a vu, les filières d'études MINT se caractérisent par une présence féminine très modeste. Cette tendance apparaît déjà au degré secondaire I. L'intérêt pour les mathématiques est beaucoup plus marqué chez les garçons que chez les filles, qui obtiennent généralement aussi des résultats plus mauvais que les garçons en mathématiques, aussi bien à 15 ans qu'à la maturité⁶¹. Il n'est dès lors pas étonnant que les femmes soient moins nombreuses à entreprendre des études MINT.

Toutefois, la décision d'entrer dans une filière d'études MINT ne s'explique pas seulement par l'intérêt et les bons résultats en mathématiques. En effet, une augmentation de l'intérêt pour les mathématiques ou une amélioration des résultats en mathématiques augmente certes la probabilité de choisir une orientation professionnelle MINT chez les hommes, mais ce n'est guère le cas chez les femmes. Les études d'ingénieur, en particulier, semblent être beaucoup moins attractives pour les femmes que pour les hommes. Même lorsque les femmes ont le bagage mathématique et technique

⁵⁹ Cf. Reiss M., 2008.

⁶⁰ L'indice de développement humain IDH est calculé sur la base de l'espérance de vie moyenne, du niveau de vie et du niveau d'éducation moyen des habitants d'un pays.

⁶¹ Cette tendance est confirmée par les études PISA et par les évaluations des maturités suisses : les bacheliers obtiennent de meilleurs résultats plutôt en langue première, tandis que les bacheliers se montrent clairement meilleurs en mathématiques et dans le test de capacité interdisciplinaire axé sur les sciences naturelles (cf. Eberle F. et al., 2008).

nécessaire, elles sont rares à opter pour des études d'ingénieur, où la part des hommes est deux à trois fois supérieure⁶².

4.6.2 Perception des propres capacités

L'étude PISA permet de montrer qu'en Suisse, une grande partie des différences de résultats entre les sexes dans les MINT s'explique par la frilosité et le manque de confiance des femmes par rapport aux mathématiques⁶³. Même des filles obtenant des bons, voire très bons résultats en mathématiques ne voient pas en ceux-ci une confirmation de leur capacité à entreprendre des études techniques. On constate ainsi des différences de perception et de jugement des propres compétences. Chez les hommes qui écartent des études d'ingénieur, ce sont souvent d'autres raisons qui prédominent : ils estiment les études trop difficiles ou craignent de mauvaises perspectives professionnelles.

Ces perceptions individuelles sont cimentées par des attentes stéréotypées des parents, des enseignants, des camarades d'études et de personnes d'autorité vis-à-vis des filles, et par des préjugés sociaux du même ordre («pour les filles, la technique est moins intéressante que pour les garçons», «les garçons s'y connaissent beaucoup mieux en technique que les filles»)⁶⁴. En outre, les filles manquent de modèles féminins dans les MINT.

Grâce à leur socialisation technique plus précoce, les jeunes hommes acquièrent très tôt des expériences techniques et informatiques qui les dotent de connaissances techniques beaucoup plus poussées. Les jeunes femmes, au contraire, manquent souvent d'occasions pour se sentir compétentes dans le domaine de la technique.

4.6.3 Comportement d'apprentissage et taux d'abandon des études

Les femmes qui ont choisi de faire des études d'ingénieur interrompent plus souvent leurs études parce qu'elles ne s'identifient plus à cette filière⁶⁵. Il y a plusieurs raisons à cela : il apparaît par exemple que les stratégies d'apprentissage appliquées jusque-là avec succès par certains étudiants peuvent s'avérer inopérantes dans les filières d'études MINT des hautes écoles⁶⁶. La palette des formes d'enseignement et d'apprentissage semble plus limitée dans les MINT que dans d'autres disciplines, et les méthodes didactiques sont plus adaptées à la clientèle masculine, qui reste fortement majoritaire. En effet, une étude⁶⁷ comparant les schémas d'apprentissage de disciplines des sciences naturelles et de l'ingénieur avec des pourcentages d'étudiantes très différents⁶⁸ montre que les disciplines où la présence féminine est la plus forte ont une palette méthodologique beaucoup plus grande que les disciplines où les femmes sont moins représentées, aussi bien dans les sciences naturelles que dans les sciences de l'ingénieur.

Une autre raison expliquant le fort taux d'abandon des études MINT chez les femmes pourrait être l'effet «groupe de pairs» : en raison de leur faible nombre, les étudiantes ne peuvent pas constituer de groupes de pairs (par ex. pour réviser en groupe). Par ailleurs, l'environnement des études MINT dans les hautes écoles est marqué par une culture masculine avec laquelle les étudiantes ont sans doute plus de mal à s'identifier.

⁶² Cf. BLK, 2002 ; Acatech et VDI, 2009.

⁶³ Cf. OFS/CDIP, 2006. Voir aussi OCDE, 2009 : «In particular, female students who do not have confidence in their mathematical abilities are likely to be constrained in their future choice of career, making it important to aim to build this aspect of their confidence.»

⁶⁴ Cf. Acatech et VDI, 2009 ; BASS, 2010.

⁶⁵ Cf. Minks K.-H. 2000.

⁶⁶ Cf. Wolfram A. et al., 2007 ; Redish E.F et al., 1998 ; Wissenschaftliches Sekretariat für die Studienreform im Land NRW, 2000.

⁶⁷ Cf. Münst A., 2005.

⁶⁸ La physique et la biologie pour les sciences naturelles et l'informatique et l'aménagement du territoire pour les sciences de l'ingénieur.

4.6.4 Perspectives d'avenir

Bien que l'intérêt soit le critère numéro un, les perspectives de carrière jouent un plus grand rôle pour le choix d'une profession chez les hommes que chez les femmes. Les étudiantes se laissent plutôt guider par des motifs intrinsèques aux études. Elles manifestent plus d'intérêt pour le contenu des études que par les défis d'une profession. Leur choix a souvent aussi une motivation politique, écologique ou sociale⁶⁹. Les décisions des hommes, par contre, sont plus influencées par des effets externes ou des perspectives de gratification matérielle⁷⁰. Au contraire des jeunes hommes, les jeunes femmes tiennent compte dès la puberté des limitations liées à leurs éventuelles obligations familiales à venir et des présupposés relatifs à une plus grande difficulté de concilier famille et travail en tant que spécialistes MINT⁷¹. Si les garçons et les filles s'accordent sur le niveau de formation qu'ils souhaitent atteindre et sur leurs projets familiaux, ils intègrent toutefois différemment ces éléments dans leur plan de carrière.

⁶⁹ Cf. Acatech et VDI, 2009.

⁷⁰ Cf. Walter Ch., 1998.

⁷¹ Cf. Hannover B. et al. (1993) ; Acatech et VDI, 2009.

5 Mesures en cours

5.1 Remarques liminaires

La Suisse est un pôle de haute technologie. La recherche, l'innovation, le savoir-faire technique et l'exportation de ses produits jouent un rôle central pour notre économie. C'est pourquoi l'encouragement des professions techniques et des sciences naturelles prendra une place encore plus importante à l'avenir. Conscients de cette nécessité, la Confédération, les cantons et les organisations du monde du travail ont lancé différentes actions et pris des mesures ciblées dans leurs domaines de compétence et de responsabilité respectifs afin de remédier à la pénurie de personnel qualifié dans les domaines MINT.

Pour rappel, l'instruction publique (école obligatoire, écoles de maturité et écoles de culture générale) relève des cantons. Sur le plan organisationnel et institutionnel, elle commence avec le jardin d'enfants préscolaire et se termine au degré secondaire II (écoles de maturité et écoles de culture générale). La CDIP coordonne la formation scolaire des cantons sur le plan national. Pour sa part, la Confédération est responsable de la réglementation de la formation professionnelle, maturité professionnelle incluse. La Confédération et les cantons sont conjointement compétents en ce qui concerne la réglementation de la maturité. Au niveau des hautes écoles, la Confédération gère les deux écoles polytechniques fédérales (EPF) et assume une fonction de gouvernance dans le domaine des HES. Par contre, les universités sont, elles, placées sous la souveraineté des cantons. Depuis la révision, en 2006, des dispositions relatives à la formation dans la Constitution fédérale, la Confédération et les cantons ont intensifié leur coopération partenariale dans le domaine de la formation postobligatoire.

En ce qui concerne la recherche, la Confédération dispose de deux importantes institutions de financement de la recherche que sont le Fonds national suisse (FNS) et l'agence pour la promotion de l'innovation CTI. Elle a également des compétences en matière de formation continue.

Le présent chapitre résume les différentes mesures mises en œuvre par la Confédération, les cantons et les organisations du monde du travail pour promouvoir les domaines MINT. Au-delà des mesures communes des cantons mentionnées ci-après, certains cantons déploient d'autres activités dans ce domaine. Vu le grand nombre et la diversité de ces initiatives, cette présentation ne saurait prétendre à l'exhaustivité.

5.2 Révision de la reconnaissance des certificats de maturité

En vertu de leur responsabilité commune pour la reconnaissance nationale des certificats de maturité, la Confédération et les cantons ont veillé, dans le cadre de la révision de l'ordonnance du 14 juin 2007 sur la reconnaissance des certificats de maturité gymnasiale (ORM), à donner plus de poids aux sciences naturelles en comptant séparément les notes de biologie, de chimie et de physique et en augmentant la part des MINT de 5 % à 25-35 % du temps total consacré à l'enseignement. Plus récemment encore, les gymnases ont introduit l'informatique en tant qu'option complémentaire sur la base du plan d'études cadre de la CDIP pour les écoles de maturité du 12 juin 2008. Par ailleurs, un groupe de travail de la CDIP a élaboré des propositions pour le développement du gymnase sur la base des résultats de l'évaluation de la réforme de la maturité (durée de la formation gymnasiale, catalogue de disciplines, introduction de standards) à l'intention des autorités politiques. La CDIP et le Département fédéral de l'intérieur (DFI) étudient actuellement ces propositions.

5.3 Ordonnance sur la maturité professionnelle fédérale

En vertu des art. 12 et 36 de l'ordonnance sur la maturité professionnelle fédérale⁷², l'Office fédéral de la formation professionnelle et de la technologie OFFT est chargé d'édicter, en accord avec les cantons, les organisations du monde du travail, les écoles professionnelles et les hautes écoles spécialisées, un plan d'études cadre d'ici au 31 décembre 2012. Ces travaux offrent un cadre

⁷² Ordonnance du 24 juin 2009 sur la maturité professionnelle fédérale (OMPr), RS 412.103.1.

approprié pour examiner la question de la pondération des différentes branches en tenant compte de l'importance des domaines MINT que sont les mathématiques et les sciences naturelles.

5.4 Mesures soutenues par la Confédération

5.4.1 Conférence sur l'innovation du DFE

La Conférence sur l'innovation 2008, réunie en 2008 à l'initiative du Département fédéral de l'économie (DFE), était consacrée à l'encouragement de la relève en mathématiques, en informatique, en sciences naturelles et en technologie⁷³. Elle invitait les partenaires de l'économie, des écoles et des cantons à discuter des mesures nécessaires pour renforcer la place économique et d'innovation qu'est la Suisse. Depuis novembre 2008, les liens tissés entre les cantons, les associations d'enseignants et le monde du travail ont débouché sur une première série de réalisations.

- Un premier objectif est la mise en place de **journées de projet et de parrainages scolaires** organisés conjointement par des classes d'école et des entreprises pour renforcer l'intérêt et l'enthousiasme des élèves pour les MINT et motiver ces derniers à orienter leur avenir professionnel vers ces filières. Depuis novembre 2008, on constate une augmentation significative des journées de projet et des journées techniques dans les classes de la 4^e à la 6^e année primaire. Des semaines de la technique ont aussi été organisées dans les hautes écoles pédagogiques (HEP).
- Un deuxième objectif de la conférence vise la **formation initiale et continue des enseignants**. Le dialogue direct avec les entreprises doit permettre aux enseignants d'apprendre de première main quels sont les besoins de l'économie. Pour contribuer à la pérennité de cette initiative, le DFE et l'OFFT ont planifié et soutenu financièrement divers projets de sensibilisation et de formation continue des enseignants concernés.
- Enfin, le DFE a créé une plateforme offrant une vue d'ensemble de toutes les initiatives et mesures d'encouragement des domaines MINT en Suisse (**plateforme d'échange**). Tous les élèves, les enseignants, les parents, les services d'orientation professionnelle et les entreprises intéressées accèdent ainsi de manière rapide et simple à des informations sur toutes les activités d'encouragement des domaines MINT. La plateforme permet ainsi d'éviter les redondances lors de nouvelles initiatives et de générer de nouvelles idées à partir des expériences partagées.

5.4.2 Écoles polytechniques fédérales

- Dans le but d'offrir une préparation optimale aux futurs enseignants, les deux EPF travaillent avec les HEP de Lausanne et de Zurich. Toutes les activités visent à valoriser dans l'enseignement scolaire les découvertes scientifiques de la recherche sur l'enseignement et sur l'apprentissage. L'ETH Zurich a inauguré en octobre 2009 son **centre de compétences *Lehren und Lernen* (enseignement et apprentissage)**. Ce centre réunit toutes les formations initiales et continues pour enseignants déjà existantes avec de nouvelles offres. Les enseignants des écoles moyennes peuvent notamment passer des congés sabbatiques à l'ETH Zurich et y développer des modules pour l'enseignement, une possibilité dont on espère des retombées positives pour la coopération entre l'école gymnasiale et la haute école, pour le plus grand bénéfice des futurs étudiants.
- L'EPFL propose des cours spéciaux d'introduction aux mathématiques pour les futurs étudiants mal préparés pour des études MINT. L'ETH Zurich mise sur un meilleur accompagnement des étudiants : en 2005, elle a lancé le projet-pilote **Academic and Career Advisory Program** chez les ingénieurs machine et les physiciens. Dès 2010, le programme de mentorage sera introduit progressivement dans tous les départements.

⁷³ Lancée au titre de l'encouragement des SMT (sciences naturelles, mathématiques et technologie), l'initiative a depuis été rebaptisée initiative MINT, après l'adjonction de l'informatique.
N.B. : Ne pas confondre les domaines MINT avec le master professionnel M.I.N.T (Mathématiques et Informatique des Nouvelles Technologies).

- Pour rendre le monde de la recherche plus attrayant, l'ETH Zurich va à la rencontre du public en compagnie de partenaires privés dans le cadre de **Treffpunkt Science-City**. *La nuit de la recherche* est un projet commun de l'ETH Zurich et de l'Université de Zurich, réalisé conjointement avec le partenaire principal ALSTOM (Suisse) SA et d'autres partenaires depuis 2007 dans le but d'augmenter la visibilité du site de recherche de Zurich et de proposer une plateforme de dialogue entre les chercheurs et la population.
- **L'Institut Paul Scherrer (PSI)** s'est doté d'un laboratoire de recherche pour les jeunes, baptisé «iLab». Les écoliers et les écolières de 14 à 15 ans, encadrés par des spécialistes, peuvent y réaliser des expériences passionnantes et recevoir un aperçu pratique et ludique des sujets et des méthodes de travail de la recherche moderne.

5.4.3 Autres initiatives

Académies : L'Académie suisse des sciences naturelles (scnat) s'engage en faveur de la sensibilisation aux sciences naturelles. Par le biais de ses sociétés cantonales et régionales de chercheurs en sciences naturelles, elle cultive le dialogue direct avec la population et met en lumière le rôle des sciences naturelles pour notre vie quotidienne. Dans le domaine de l'encouragement de la relève, elle met l'accent sur le soutien de travaux de maturité et l'organisation d'olympiades scientifiques. Son projet «Parrainage de travaux de maturité» permet à des jeunes de 15 à 18 ans de rencontrer des chercheurs et d'accéder à des laboratoires de recherche dans le cadre de leur travail de maturité. En collaboration avec les HEP, scnat soutient également la sensibilisation aux sciences naturelles au niveau de l'école obligatoire. L'Académie suisse des sciences techniques (SATW, Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften) conduit différentes actions pour promouvoir la connaissance de la technique chez les jeunes. Parmi ces activités, citons par exemple les journées techniques dans les écoles, le projet pédagogique «Un-e ingénieur-e dans la classe» ou encore la publication du magazine technique *Technoscope*.

Science et Cité : La fondation Science et Cité a été fondée en 1998 par la Confédération, des institutions scientifiques et des entreprises pour renforcer le dialogue général entre la science et la société. Elle soutient des projets et la collaboration avec des acteurs privés et publics, par exemple la *Longue nuit de la physique*, en coopération avec le Musée historique de Berne. Dans le cadre de ses projets, Sciences et Cité a également développé du matériel pédagogique spécifique à chaque thème pour les enseignants et pour les élèves. Au Tessin et en Suisse romande, des laboratoires publics mettent la biologie, la chimie ou la physique «à portée de main» des élèves de différents niveaux scolaires et du grand public intéressé (Biolab, L'Éprouvette à l'UNIL). Sciences et Cité propose aussi des vacances au Tessin accompagnées par des scientifiques pour les jeunes ou organise des festivals nationaux consacrés à différents thèmes des sciences naturelles et qui s'adressent en particulier aux jeunes. Le message FRI 2008-2011⁷⁴ prévoit que les tâches assumées jusqu'ici par Sciences et Cité soient transférées aux Académies d'ici fin 2011.

La Science appelle les jeunes : Avec la coopération et le soutien financier de la Confédération, d'instances cantonales, d'établissements de formation, de fondations, de personnes privées et d'entreprises, la fondation «La Science appelle les jeunes» encourage les jeunes talents dans les sciences naturelles, techniques et humaines. En plus de concours nationaux pour les jeunes, elle organise aussi des ateliers, des semaines de projet et des semaines d'études à leur intention.

Olympiades scientifiques suisses : L'association des Olympiades scientifiques suisses, fondée avec le soutien de la Confédération, qui réunit quelques cantons et hautes écoles, coordonne des manifestations et des concours nationaux et internationaux en biologie, chimie, informatique, mathématiques et physique.

⁷⁴ Message relatif à l'encouragement de la formation, de la recherche et de l'innovation pendant les années 2008 à 2011, RS 07.012

5.5 Mesures des cantons

5.5.1 Standards de formation

Le 1^{er} août 2009, le concordat HarmoS est entré en vigueur. Il pose les fondements nécessaires au développement et à l'application de standards nationaux de formation. Début 2010, la CDIP a soumis des propositions de standards de formation dans les disciplines des mathématiques et des sciences naturelles à une large consultation auprès des milieux autorisés (en parallèle, elle a procédé de même pour la langue d'enseignement et les langues étrangères). Ces standards de formation décrivent, sous forme de standards de base, des compétences importantes que les élèves devront avoir acquises en fin de 2^e, 6^e et 9^e année de scolarité obligatoire. Ils se fondent sur des modèles de compétences qui tiennent également compte, outre des sciences naturelles (physique, chimie, biologie), aussi bien de la technique, du développement durable que de l'éducation à la santé. Les standards de formation seront intégrés dans les plans d'études et les moyens pédagogiques afin d'être mis en œuvre dans chaque région linguistique. Tout canton ratifiant le concordat HarmoS s'engage à faire en sorte que pratiquement tous les élèves atteignent les standards fixés. La CDIP vérifiera le degré de réalisation des standards au niveau des systèmes scolaires cantonaux en procédant par sondage dans le cadre du monitoring de l'éducation en Suisse.

5.5.2 Didactique de discipline

La compétence des enseignants en didactique de discipline est une condition centrale pour la qualité de l'enseignement et pour motiver les élèves à se familiariser avec les contenus d'une discipline. La didactique de discipline revêt donc une grande importance dans la formation des enseignants. Les centres de didactique de discipline qui sont actuellement mis en place contribueront ainsi à la promotion des disciplines MINT durant la scolarité obligatoire et au degré secondaire II, le but étant de qualifier suffisamment de professeurs de didactique de discipline et d'établir la recherche dans ce domaine. La CDIP a lancé ce projet mené par les conférences des recteurs des hautes écoles pédagogiques (COHEP) et des universités (CRUS) dans le but de garantir une mise en place coordonnée de la didactique de discipline fondée sur des bases scientifiques. Les premiers projets pilotes devraient démarrer en 2010.

5.5.3 Hautes écoles cantonales : universités et hautes écoles spécialisées

Les universités et les HES ont lancé de nombreux projets différents pour éveiller l'intérêt des élèves du degré secondaire II dans les domaines MINT et en particulier aussi pour motiver les femmes à entreprendre des études MINT⁷⁵.

5.6 Mesures des organisations du monde du travail

Ces dernières années les grandes entreprises, principalement, ont mis en place, réalisé ou déjà achevé des mesures de différents ampleurs et centrées sur divers groupes cibles ou diverses catégories d'âge. Une liste de mesures en cours se trouve à l'annexe 4. À ce propos, il serait souhaitable que toutes les mesures soient répertoriées de manière centralisée pour être rapidement et facilement accessibles à toutes les personnes intéressées (jeunes, parents, responsables de formation, entreprises et responsables politiques de la formation). La plateforme internet d'échange établie par le DFE pourrait remplir cette fonction.

Parallèlement à l'intérêt intrinsèque pour une discipline et au niveau du salaire escompté, les conditions de travail attendues après la formation jouent également un rôle important dans le choix de la formation de base et, plus tard, d'une discipline d'études. Pour les femmes en particulier, mais de plus en plus aussi pour les hommes, la possibilité de bien concilier travail et vie familiale fait partie des

⁷⁵ Par exemple la *Junior Euler Society* de l'Université de Zurich, un forum d'approfondissement des mathématiques et sciences naturelles, le portail Internet www.ingenieuse.ch et l'année préparatoire *Future ingénieure* pour les filles à la Haute école spécialisée de Suisse occidentale (HES-SO), ou encore le projet *ilearnIT.ch* de la Haute école pédagogique de Suisse centrale (PHZ) qui vise à éveiller l'intérêt des enfants et des jeunes à l'informatique. De nombreuses autres mesures de différents ampleurs sont en cours ou déjà terminées. Il n'est pas possible de les mentionner toutes ici.

critères importants pour juger l'intérêt d'une place de travail. À long terme, il est probable que les mesures permettant de faciliter la compatibilité entre travail et famille gagneront encore en importance pour le succès des entreprises en matière de recrutement. Les organisations du monde du travail – et en particulier celles des domaines MINT – sont donc appelées à poursuivre de manière innovante ou à renforcer encore leurs efforts en la matière. La Confédération soutient ce processus, par exemple par la publication d'un manuel destiné aux PME et proposant des mesures pour améliorer les possibilités de concilier travail et famille. D'autres activités de la Confédération portent sur un meilleur partage des bonnes pratiques entre les cantons en matière de places d'accueil extrafamiliales des enfants⁷⁶.

⁷⁶ Cf. <http://www.berufundfamilie.admin.ch>

6 Recommandations du Conseil fédéral

Le présent rapport montre que la phase de vie déterminante pour une décision en faveur ou contre les MINT se situe entre les premières années de vie et la 15^e année, et met en lumière le fait que la Confédération n'a qu'une marge de manœuvre limitée en la matière, faute de compétences en matière d'éducation, les établissements de formation destinés aux enfants dans la phase de vie décisive pour de futures études MINT relevant de l'autorité des cantons.

Le fait qu'un grand nombre d'initiatives existantes aient été lancées il y a plusieurs années déjà sans avoir conduit pour autant à une augmentation notable des étudiants MINT à ce jour illustre la difficulté de définir des mesures efficaces pour entraîner des améliorations significatives.

Le Conseil fédéral salue cependant les initiatives publiques ou privées lancées pour augmenter le nombre des étudiants dans les domaines MINT, pour lutter contre la pénurie de personnel qualifié MINT et pour augmenter la part des femmes dans les professions MINT. Compte tenu de la persistance de la pénurie de personnel qualifié, l'effort de promotion de la formation dans les domaines MINT doit être poursuivi sans relâche. La complexité des causes et l'effet conjugué des facteurs les plus divers susceptibles d'influencer le choix d'une discipline et en définitive aussi de conduire à une pénurie de spécialistes mettent en lumière la nécessité de mettre en place des mesures d'encouragement différenciées et agissant à différents niveaux.

6.1 Promotion de la compréhension technique

6.1.1 L'école comme lieu primordial de la transmission de savoir

Une augmentation durable du nombre de nouveaux étudiants et de diplômés MINT est possible si l'on encourage l'intérêt et la performance des enfants et des jeunes en mathématiques et en physique au degré secondaire I, à l'école primaire ou même à l'âge préscolaire.

Le Conseil fédéral salue les efforts des cantons pour donner plus de place aux MINT dans les programmes de l'école obligatoire et des écoles gymnasiales et pour sensibiliser les enseignants dans ce sens. Le développement prévu par la CDIP d'une didactique de discipline de haut vol, y compris au niveau des hautes écoles, et une sensibilisation particulière du corps enseignant des hautes écoles à une transmission du savoir adaptée aux niveaux et aux genres dans les disciplines MINT pourraient constituer un remède efficace contre le taux d'abandon des études relativement élevé dans ces disciplines. Le fait que la compétence primaire en matière de didactique de discipline relève des HEP alors que les hautes écoles universitaires et spécialisées sont compétentes pour les qualifications académiques exige une coopération intensive des universités, des EPF et des HES avec les HEP. Le Conseil fédéral, dans le cadre de ses propres compétences, souhaite également soutenir cette coopération.

6.1.2 Compréhension technique dans la société

Le Conseil fédéral considère que la promotion d'une compréhension technique de base dans l'ensemble de la population est très importante. Il entend soutenir systématiquement la poursuite des mesures mises en œuvre par les Académies et le domaine des EPF pour stimuler la culture scientifique au cours des prochaines années dans le cadre des mandats de prestations passés avec ces institutions. «La technique pour tous» doit devenir une évidence au même titre que «l'éducation pour tous». Pour la mise en œuvre de ces objectifs, le Conseil fédéral est prêt à proposer un financement dans le cadre du prochain message relatif à l'encouragement de la formation, de la recherche et de l'innovation.

6.1.3 Amélioration des performances dans les domaines MINT

Les conclusions du chapitre 4.2 laissent penser qu'une amélioration des compétences des élèves en mathématiques et en physique permettrait d'augmenter la probabilité que ces élèves entreprennent plus tard des études MINT. La révision du règlement de la reconnaissance des certificats de maturité en

2007 répondait à cette intention. Dès que l'on disposera d'informations consolidées sur les effets de la révision partielle, il conviendra de discuter avec la CDIP des développements possibles dans ce sens.

6.2 Augmentation de la part des femmes dans les MINT

Les femmes restent fortement sous-représentées dans les filières d'études MINT. Si des femmes talentueuses décident de faire des études MINT, il faut absolument éviter de les perdre en cours de formation. Des mesures spécifiques doivent aider les étudiantes en question à terminer leur formation. Outre des moyens didactiques supplémentaires dans les universités et les EPF, on peut penser à un mentorat spécifique pour les étudiantes dans les disciplines MINT. Le Conseil fédéral est prêt à examiner des mesures spécifiques en matière d'égalité des chances dans le message relatif à l'encouragement de la formation, de la recherche et de l'innovation pendant les années 2013 à 2016.

6.3 Accès facilité aux études MINT

Il faut améliorer encore le passage entre le degré secondaire II et le degré tertiaire. La formation professionnelle initiale complétée d'une maturité professionnelle doit être plus clairement présentée comme une chance de carrière. La voie qui mène de la formation professionnelle initiale aux hautes écoles spécialisées sans examen d'entrée via la maturité professionnelle, ou la possibilité d'étudier dans une haute école universitaire moyennant un examen complémentaire doivent être mieux inscrites dans la conscience collective.

Les hautes écoles spécialisées donnent aux jeunes gens talentueux qui sont entrés en apprentissage à l'âge de 15 ans une chance d'obtenir un diplôme de haute école (HES) et de devenir un/e spécialiste MINT. Le Conseil fédéral salue les efforts consentis par les branches concernées pour permettre aux personnes en formation intéressées de faire une maturité professionnelle et pour les soutenir dans cet objectif.

Les titulaires d'une maturité gymnasiale sont admis sans examen et les diplômés d'autres filières de formation justifiant d'une formation du degré secondaire II de trois ans au minimum sont admis à condition d'avoir réussi l'examen d'entrée dans les hautes écoles spécialisées, pour autant qu'ils justifient d'une expérience du monde du travail d'au moins une année servant à acquérir des connaissances professionnelles pratiques et théoriques dans une profession apparentée au domaine d'études⁷⁷. Les HES élaborent actuellement les objectifs de formation fixés dans le plan d'études cadre afin de définir clairement des exigences d'admission uniformes en matière d'expérience du monde du travail. Pour faciliter quelque peu la tâche des entreprises proposant une telle expérience du monde du travail aux titulaires d'une maturité gymnasiale, la Haute école spécialisée bernoise propose depuis août 2009 un cours préparatoire de trois mois qui permet aux titulaires d'une maturité gymnasiale d'acquérir les connaissances techniques de base nécessaires pour effectuer ensuite dans de meilleures conditions un stage de neuf mois en entreprise.

6.4 Admission facilitée pour les étrangers titulaires d'un diplôme de haute école suisse

Comme on l'a vu au point 3.3.2, les entreprises ont recouru en grand nombre au personnel qualifié provenant de l'étranger au cours des dernières années, profitant ainsi de la libre circulation des personnes et des modifications de la loi sur les étrangers. La Commission des institutions politiques (CIP) du Conseil national, en application d'une initiative parlementaire, souhaite faciliter davantage l'accès au marché du travail suisse aux diplômés de hautes écoles suisses originaires de pays extérieurs à l'UE et à l'AELE.

Le Conseil fédéral soutient l'objet de la révision de la loi sur les étrangers (LEtr), qui prévoit que les ressortissants de pays tiers titulaires d'un diplôme de haute école suisse obtiennent une autorisation de séjour s'ils trouvent une place correspondant à leur formation en Suisse et qu'il existe une pénurie

⁷⁷ Art. 3 à 5 de l'ordonnance du DFE du 2 septembre 2005 concernant l'admission aux études dans les hautes écoles spécialisées, RS 414.715.

avérée de personnel pour cette activité. Cette disposition récemment approuvée par le Parlement permet une adaptation rapide et flexible de l'offre en personnel qualifié MINT aux conditions volatiles du marché du travail. Même si l'admission facilitée de personnel qualifié MINT étranger peut atténuer la situation de pénurie dans les MINT, la Suisse devrait prendre les mesures requises pour mieux répondre à la demande croissante en recourant à du personnel qualifié indigène. Il est en effet illusoire de miser seulement sur l'immigration de personnel qualifié étranger.

6.5 Autres pistes

Le rapport a montré que le choix d'entreprendre des études MINT nécessite une grande disposition à l'effort de la part des jeunes. Ce choix représente également une grande prise de risque au vu de la forte réactivité des professions techniques par rapport à la conjoncture. Le système actuel ne récompense guère cette disposition à l'effort et au risque. Une meilleure reconnaissance de ces qualités dans la société et sur le marché du travail pourrait avoir un effet positif sur le choix des études et d'une profession. Un rôle central revient aux mesures qui augmentent l'attractivité des places de travail MINT. Ainsi, l'existence de différents modèles de gestion du temps de travail contribuerait non seulement à donner une image du monde du travail plus favorable à la famille, mais aussi encouragerait d'autres modèles de carrière (par exemple, combinaison d'un engagement en tant que spécialiste MINT avec la poursuite de projets de recherche ou avec la création de sa propre entreprise). En principe, même des incitations pécuniaires sont envisageables (par exemple sous forme de bourses complémentaires MINT cumulables ou d'éléments de salaire spécifiques).

L'analyse approfondie de telles options devra toutefois s'inscrire dans un cadre autre que celui du présent rapport.

Annexes

Annexe 1 Répartition des filières d'études MINT selon la typologie de l'OFS⁷⁸

Domaines MINT	Filières d'études MINT (hautes écoles spécialisées)	Filières d'études MINT (hautes écoles universitaires)
Informatique	Informatique, informatique de gestion	Informatique
Technique	Génie électrique Génie mécanique, technique automobile, aviation Microtechnique, télécommunications, systèmes industriels, gestion technique de projet en mécatronique Ingénierie de gestion, ingénierie des médias Technique du bois, ingénieur-designer, optométrie, ingénierie et technologies de l'information	Génie électrique Génie mécanique Microtechnique, systèmes de communication
Construction	Génie civil, technique des bâtiments Aménagement du territoire, architecture paysagère, géomatique Architecture	Génie civil Génie rural et mensuration Architecture et planification
Chimie et sciences de la vie (C&LS)	Chimie, technologie alimentaire, œnologie Biotechnologie, Life Technologies, Molecular Life Sciences, Life Science Technologies	Chimie, génie chimique, agroalimentaire Biologie Pharmacie
Autres MINT	Gestion de la nature Agronomie, sylviculture	Agronomie, sylviculture Mathématiques, physique, astronomie, sciences exactes interdisciplinaires/autres, sciences naturelles interdisciplinaires/autres, autres sciences exactes et naturelles Sciences de la Terre, géographie

⁷⁸ Par souci d'harmonisation avec le tableau de BASS, la technique du bois est attribuée ici au domaine MINT Technique et la technique des bâtiments au domaine MINT Construction (dans l'ordonnance du DFE concernant les filières d'études, les études postgrades et les titres dans les hautes écoles spécialisées (RS 414.712), la technique du bois est rangée dans le domaine d'études Architecture, construction et planification et la technique des bâtiments dans le domaine d'études Technique et technologies de l'information).

Annexe 2 : Répartition des domaines MINT employée dans l'étude BASS

Domaines MINT	Catégories MINT(*)	Spécialisations MINT
Technologie de l'information	Catégorie MINT* 1.1 : Informatique	Informatique, ingénierie logiciels, informatique de gestion
	Catégorie MINT* 1.2 : Génie électrique	Génie électrique
Technique	Catégorie MINT* 1.3 : Génie mécanique	Génie mécanique, aviation, technique automobile
	Catégorie MINT* 1.4 : Microtechniques	Génie électronique, microtechnique, systèmes industriels, mécatronique, systèmes de communication
	Catégorie MINT* 1.5 : Génie de gestion	Science de gestion et de production, ingénieur de gestion, ingénieur des médias
	Catégorie MINT* 1.6 : Autres catégories Technique et IT	Science des matériaux, technique du bois, autres spécialisations/spécialisations transversales du domaine de la technique et de la technologie de l'information
	Catégorie MINT* 2.1 : Construction	Génie civil, technique des bâtiments, ingénierie en chauffage, aération, climatisation
Construction	Catégorie MINT* 2.2 : Planification et mensuration	Géomatique, géodésie, mensuration, ingénieur en environnement, génie rural, aménagement du territoire et urbanisme
	Catégorie MINT* 2.3 : Architecture	Architecture
	Catégorie MINT* 2.4 : Autres catégories Construction	Autres spécialisations/spécialisations transversales du domaine Construction
	Catégorie MINT* 3.1 : Chimie	Chimie, génie chimique, génie des procédés
Chimie et sciences de la vie	Catégorie MINT* 3.2 : Biotechnologie	Biotechnologie, sciences de la vie, sciences moléculaires de la vie, technologies des sciences de la vie, agroalimentaire
	Catégorie MINT* 3.3 : Santé	Pharmacie, technologie pharmaceutique, technique et technologie médicale
	Catégorie MINT* 3.4 : Autres catégories Chimie et sciences de la vie	Autres spécialisations/spécialisations transversales du domaine Chimie et sciences de la vie
	Catégorie MINT* 4.1 : Géographie	Géographie, sciences (naturelles) de l'environnement, autres spécialisations/spécialisations transversales du domaine sciences de la Terre et environnement
Autres MINT	Catégorie MINT* 4.2 : Sciences exactes	Mathématiques, statistique, physique, astronomie, autres spécialisations/spécialisations transversales des sciences exactes
	Catégorie MINT* 4.3 : Autres MINT	Agronomie, sylviculture, autres spécialisations/spécialisations transversales MINT

Source : BASS

Les catégories accompagnées d'un astérisque (*) sont celles qui connaissent une pénurie de personnel qualifié⁷⁹.

⁷⁹ Sur la base des observations de mars 2009. L'architecture n'en fait pas partie, la Suisse n'ayant pas connu de pénurie dans ce domaine à ce jour.

Annexe 3 : Tableau 4 : Ampleur de la pénurie de personnel qualifié MINT en mars 2009

Domaines MINT	Places vacantes MINT ¹⁾	Spécialistes MINT demandeurs d'emploi ²⁾	Diplômes de formation 2007 ⁴⁾	Spécialistes MINT occupés ¹⁾	Déficit de spécialistes MINT ³⁾			Taux de chômage ³⁾	
					Chiffre absolu	Équivalent en volées de diplômés	Déficit de spécialistes en %	Pénurie de spécialistes en %	Taux de vacance
Catégories MINT									
1 Informatique	4 544	856	1253		3 688	2,9	81,2%		
Domaine MINT Informatique	4 544	856	1253		3 688	2,9	81,2%		
2 Génie électrique	1 185	100	651		1 085	1,7	91,6%		
3 Génie mécanique	1 024	94	601		930	1,5	90,8%		
4 Microtechnique	935	73	561		862	1,5	92,2%		
5 Ingénieur de gestion	277	92	206		185	0,9	66,7%		
6 Autres Technique et TI	1 417	130	34		1 287	inconnu	inconnu		
Domaine MINT Technique	4 837	489	2 053		4 348	2,1	89,9%		
Total Technique et TI	9 381	1 345	3 306	100 780	8 036	2,4	85,7%	7,3%	8,5%
7 Construction	2 927	48	318		2 879	9,1	98,4%		
8 Planification et mensuration	584	76	438		508	1,2	87,0%		
9 Architecture	991	207	604		784	1,3	79,1%		
Domaine MINT Construction	4 503	331	1 360	37 332	4 172	3,1	92,6%	10,0%	10,8%
10 Chimie	225	131	223		94	0,4	41,7%		
11 Biotechnologie	409	35	156		374	2,4	91,4%		
12 Santé	550	20	180		530	2,9	96,4%		
Domaine MINT Chimie et sciences de la vie	1 184	186	559	19 887	998	1,8	84,3%	4,7%	5,6%
13 Géographie	43	58	163	5 753	-15	-0,1	-35,9%	-0,3%	0,7%
14 Sciences exactes	265	74	385	4 463	191	0,5	72,1%	4,0%	5,6%
15 Autres MINT	721	30	273	4 342	691	inconnu	inconnu	inconnu	14,2%
Total autres MINT	1 029	162	821	14 557	882	1,1	85,7%	5,7%	6,6%
TOTAL MINT	16 097	2 024	6 046	172 557	14 088	2,3	87,5%	7,5%	8,5%

¹⁾ Enquête BASS en ligne auprès des entreprises sur la pénurie de spécialistes MINT (mars 2009)

²⁾ Statistique du marché du travail du SECO

³⁾ Calculs du bureau BASS

⁴⁾ OFS : titres de niveaux diplôme/licence/master (CITE 5A) en 2007

© SER/OFFT

Source : BASS

Annexe 4 : Projets d'associations et d'entreprises privées

La liste ci-après présente une série de projets par ordre alphabétique et sans prétendre à l'exhaustivité :

- **ABB** : Le groupe s'engage dans l'encouragement de la relève technique avec une vingtaine d'initiatives à tous niveaux de formation : l'entreprise organise par exemple régulièrement des journées de la technique avec Globi dans ses crèches ; aux degrés primaire et secondaire, elle propose dans le cadre de la journée nationale des filles des journées de découverte dans des centres de formation à l'enseigne de l'initiative «Meitli – Technik – los!».
- **aprentas** : Ciba, Novartis et Syngenta dirigent «aprentas», un réseau éducatif pour la formation initiale et continue dans les domaines MINT.
- **Engineers Shape our Future IngCH** : La société, qui réunit des représentants d'entreprises actives sur le plan international, promeut la compréhension de la technique dans la société, et en particulier auprès des jeunes. Son but est de repérer rapidement les jeunes talents et de soutenir la relève des ingénieurs, d'améliorer l'image de la profession dans le public et d'améliorer la qualité de la formation initiale et continue des ingénieurs. La société organise par exemple des semaines et des journées de la technique dans les écoles secondaires et les gymnases, des séances d'information pour les spécialistes de l'orientation professionnelle et des formations continues pour les enseignants.
- **Explore-it** : Une initiative d'institutions d'éducation et d'associations, consistant dans le développement de matériel didactique pour l'enseignement de la technique, disponible sur commande pour les enseignants.
- **FIT-Fit in IT** : La fondation Hasler a lancé en 2008 en coopération avec différents partenaires le programme d'encouragement «FIT-Fit in IT», d'une durée prévue de dix ans. Le programme a pour but de rétablir l'informatique comme un élément essentiel de la formation gymnasiale. Les mesures concrètes comprennent le lancement de différents projets dans les écoles, des actions de promotion auprès du public et la mise en place d'offres de formation continue pour les enseignants.
- **Forscherkiste** : LEBE, l'association professionnelle des enseignantes et des enseignants du canton de Berne, est à l'origine de la «Forscherkiste». Ce conteneur transportable, louable à la semaine, contient tout le matériel nécessaire pour réaliser quelque 200 expériences toutes prêtes de découverte de phénomènes des sciences naturelles et des mathématiques.
- **Generation 21** : Siemens concentre dans le monde entier toutes ses activités de sponsoring d'image sur la formation professionnelle. Son programme mondial de formation «Generation 21» comprend des activités aux niveaux préscolaire, scolaire, universitaire et HES. Parmi les mesures mises en œuvre, Siemens distribue par exemple des kits «découverte» dans les écoles maternelles.
- **ilearnIT.ch** : Le projet «ilearnIT.ch», lancé par la Pädagogische Hochschule Zentralschweiz (PHZ), vise à éveiller l'intérêt des enfants et des jeunes pour l'informatique et à leur transmettre des concepts clés de l'informatique sur un mode ludique et adapté à leur âge. Le site internet du projet propose du matériel d'apprentissage autodidactique.
- **Interpharma** : Sur son site internet «Biotech Lerncenter», Interpharma met à la disposition des écoliers et des enseignants du degré secondaire I, des écoles professionnelles et des gymnases des informations tirées de la recherche biologique et médicale moderne et pouvant être utilisées pour des présentations, pour des travaux ou pour l'enseignement.
- **Journées techniques pour les filles** : En coopération avec IngCH, plusieurs entreprises et groupes de sociétés organisent chaque année des journées techniques destinées aux filles.
- **Laboratoire des jeunes Technorama** : Le Technorama offre la possibilité à des jeunes à partir de 13 ans, mais aussi à toute personne intéressée, de réaliser des expériences de physique, de chimie et de biologie sous la direction d'un/e spécialiste.

- **NaTech Education** : La société NaTech Education a pour but de renforcer la compréhension des domaines MINT dans les concepts éducatifs de la Suisse. Elle entreprend et soutient en particulier des mesures destinées à l'opinion publique, aux décideurs de la politique de la formation et aux responsables des établissements de formation publics et privés. Elle organise des semaines de la technique dans les hautes écoles pédagogiques.
- **Novartis** : Novartis met à la disposition des écoliers dès 9 ans et de leurs enseignants un laboratoire scolaire qui présente des phénomènes des sciences naturelles et montre le travail en laboratoire. Depuis 2001, Novartis propose en outre le programme de mentorage WIN (*Women into industry*) pour les jeunes diplômées de l'Université de Bâle.
- **Simply Science** : La SGCI Chemie Pharma Schweiz gère conjointement avec de nombreux partenaires de l'administration et de l'industrie la plateforme internet Simply Science, qui encourage l'intérêt des enfants et des jeunes pour la science et la technique. Le DFE assure la traduction de la plateforme en français.
- **SVIN/ASFI** : L'Association suisse des femmes ingénieures (ASFI) a pour but de défendre les intérêts professionnels des femmes ingénieures et d'encourager les jeunes femmes à choisir cette profession. À cette fin, elle organise notamment le projet «Kid's info», qui vise à familiariser les enfants de 10 à 13 ans avec les professions techniques indépendamment de leur sexe et à motiver en particulier les filles à choisir une profession dans ce domaine.
- **Techniktage** : En 2009, différents partenaires privés, en collaboration avec les hautes écoles spécialisées du Nord-Ouest de la Suisse et de Suisse occidentale (Fribourg, Valais) et sous le patronage de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), ont lancé les journées de la technique à l'ETH Zurich. Ces journées sont consacrées à la thématique des énergies renouvelables.
- **tecmania** : Swissmem a lancé en 2009 le projet «tecmania», une plateforme en quatre langues destinée à motiver les jeunes pour la profession d'ingénieur.

Liste des abréviations

acatech	Deutsche Akademie der Techniwissenschaften (Académie allemande des sciences techniques)
AELE	Association européenne de libre-échange
B,S,S.	Volkswirtschaftliche Beratung AG (bureau d'études et de conseil en matière de politique, d'économie et d'environnement)
BASS	Büro für arbeits- und sozialpolitische Studien (bureau d'études de politique du travail et de politique sociale)
BLK	Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (Commission allemande État fédéral-länder pour la planification de la formation et l'encouragement de la recherche)
CDIP	Conférence suisse des directeurs cantonaux de l'instruction publique
CIP	Commission des institutions politiques
CITE	Classification internationale type d'éducation
CRUS	Conférence des recteurs des universités suisses
CSHES	Conférence suisse des hautes écoles spécialisées
DFE	Département fédéral de l'économie
economiesuisse	Fédération des entreprises suisses
ECG	école(s) de culture générale
EPF	école(s) polytechnique(s) fédérale(s)
EPFL	École polytechnique fédérale de Lausanne
ETH Zurich	École polytechnique fédérale de Zurich
ETS	école(s) technique(s) supérieure(s)
FH SUISSE	Association faïtière des diplômés HES (FH : Fachhochschulen)
HES	haute(s) école(s) spécialisée(s)
IDH	indice de développement humain (indicateur des Nations Unies)
IngCH	association Engineers Shape our Future IngCH
KFH	Conférence des recteurs des hautes écoles spécialisées suisses
LEtr	loi fédérale du 16 décembre 2005 sur les étrangers (RS 142.20)
MEM	industrie des machines, des équipements électriques et des métaux
MINT	mathématiques, informatique, sciences naturelles et technique
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
OFFT	Office fédéral de la formation professionnelle et de la technologie
OFS	Office fédéral de la statistique
ONU (UN)	Organisation des Nations Unies (United Nations)
PDC	Parti démocrate-chrétien suisse
PEV	Parti évangélique suisse

PISA	Programme international pour le suivi des acquis des élèves (Programme for International Student Assessment)
PME	petites et moyennes entreprises
PVL	Parti des Verts-libéraux suisse
Reg	Fondation des registres suisses des professionnels de l'ingénierie, de l'architecture et de l'environnement
RS	Registre systématique du droit fédéral
sc.	sciences
SECO	Secrétariat d'État à l'économie
SER	Secrétariat d'État à l'éducation et à la recherche
SGCI Chemie Pharma Schweiz	anciennement : Société suisse de l'industrie chimique (SSCI)/ Schweizerische Gesellschaft für Chemische Industrie (SGCI)
SIA	Société suisse des ingénieurs et des architectes
Swiss Engineering UTS	Union Technique Suisse (association professionnelle des ingénieurs et des architectes)
Swissmem	Association des entreprises de l'industrie suisse des machines, des équipements électriques et des métaux
TI	technologies de l'information
TREE	Transitions de l'École à l'Emploi (Transitionen von der Erstausbildung ins Erwerbsleben) (étude longitudinale à l'échelle nationale sur les parcours de formation des jeunes en Suisse)
UE	Union européenne
UNES	Union des ÉtudiantEs de Suisse
VDI	Verein Deutscher Ingenieure (Société allemande des ingénieurs)

Bibliographie

- Acatech et VDI, 2009 : *Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften. Ergebnisbericht*. München/Düsseldorf.
- Bonga Sjoerd Wendelaar, 2006 : *Évolution de l'intérêt des jeunes pour les études scientifiques et technologiques. Rapport d'orientation, OCDE. Forum mondial de la science*, Paris.
- B,S,S., 2010 : *Indikatorensystem Fachkräftemangel, Auswertung der MINT-Berufe*, Basel.
- Bund-Länder-Kommission BLK, 2002 : *Frauen in den ingenieur- und naturwissenschaftlichen Studiengängen*. Bericht der BLK vom 2. Mai 2002, Vol. 100, Bonn.
- Conseil suisse de la science et de la technologie CSST, 2007 : *Démographie médicale et réforme de la formation professionnelle des médecins*, Berne.
- DFE, 2010 : *Formation aux professions des soins. Besoin de pilotage et de coordination au niveau politique pour l'introduction de la systématique de la formation et la mise en place de formations axées sur les besoins dans les professions des soins à l'échelon fédéral et cantonal. Rapport élaboré sur mandat du Département fédéral de l'économie DFE*, Berne.
- Eberle, Franz et al., 2008 : *Evaluation der Maturitätsreform 1995 (EVAMAR II). Schlussbericht zur Phase II*, SER, Berne.
- FH SUISSE, 2009/1 : *FH-Lohnstudie 2009 für Ingenieure HTL/FH, Betriebsökonominnen HWV/FH, Psychologinnen FH und Agronominnen FH*, Zurich.
- FH SUISSE, 2009/2 : *Enquête sur les salaires HES 2009*, Zurich.
- Fischer, Martin et al., 2001 : *Die Studien- und Berufswahl der Berner Maturandinnen und Maturanden 2000. Evaluation der Maturitätsausbildung im Kanton Bern. Bericht No. 2*, Akademische Studien- und Berufsberatung, Bern.
- Gaillard, Arlette, 2007 : *Auswertung zum Studienerfolg an der ETH Zürich*, Document interne de l'ETH Zurich, Zurich.
- Gehrig, Matthias ; Fritschi, Tobias, 2008 : *Ingenieurmangel in der Schweiz und im Kanton Graubünden. Ausmass, Ursachen und Auswirkungen*, Bureau BASS AG, Berne.
- Gehrig, Matthias 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 AG, Berne.
- Hannover, Bettina ; Bethge, Susanne, 1993 : *Mädchen und Technik*, Göttingen.
- Heine, Christoph et al., 2006 : *Ingenieur- und Naturwissenschaften : Traumfach oder Albtraum ? Eine empirische Analyse der Studienfachwahl*. Schriftreihe ZEW, Vol. 81, Baden-Baden.
- Hemmo, Valérie, 2005 : *Declining Enrolment in S&T Studies : Is it Real ? What are the Causes ? What can be Done ?* Working document. OCDE. Forum mondial de la science, Sydney.
- Hochschul-Informationen-System HIS Kurzinformation, 2000 : *HIS – Studienanfängerbefragung 98/99*. No.7, Hannover.
- Kamphans, Marion, 2003 : *Von der Frauenförderung zum Gender Mainstreaming. Eine Einführung*, dans Roloff, Christine ; Selent, Petra (éditrices) : *Hochschulreform und Gender Mainstreaming. Geschlechtergerechtigkeit als Querschnittsaufgabe*, Kleine Verlag, Bielefeld.
- Minks, Karl-Heinz, 2000 : *Studienmotivation und Studienbarrieren*. Vortrag auf der Fachkonferenz „Frauen – Technik – Evaluation/Frauenförderung als Qualitätskriterium in technisch-naturwissenschaftlichen Studiengängen“, durchgeführt von der Universität Koblenz – Landau/Ada – Lovelance – Projekt und der Hochschulrektorenkonferenz am 6./7. Juli 2000, HIS-Kurzinformation A8, Hannover.
- Münst, Agnes S., 2005 : *Lehrstrukturen in natur- und ingenieurwissenschaftlichen Studienfächern und die Herstellung der Geschlechterhierarchie in Lernprozessen*, dans Steinbrenner, Diana ; Kajatin,

- Claudia ; Mertens, Eva-Maria (éditrices), *Naturwissenschaft und Technik – (k)eine Männersache. Aktuelle Studien und Projekte zur Förderung des weiblichen Nachwuchses in Naturwissenschaft und Technik*, Ingo Koch Verlag, Rostock.
- OCDE, 2009 : *Equally prepared for life? How 15-year old boys and girls perform in school*. Paris.
- OFS, 2008/1 : *Ausbildung in Naturwissenschaften, Mathematik und Technik in der Schweiz. Eine statistische Analyse*, Neuchâtel.
- OFS, 2008/2 : *La dimension sociale dans les hautes écoles. La Suisse en comparaison européenne*, Neuchâtel.
- OFS, 2008/3 : *Panorama des hautes écoles 2007. 5 thèmes stratégiques sous la loupe*, Neuchâtel.
- OFS, 2008/4 : *Schlüsselkompetenzen der Schweizer Hochschulabsolvent/innen. Thematischer Sammelband mit empirischen Ergebnissen der Absolventenstudie*, Neuchâtel.
- OFS, 2009/1 : *Examens finals en 2008. Degré secondaire II et degré tertiaire*, Neuchâtel.
- OFS, 2009/2 : *Perspectives de la formation. Scénarios 2009-2018 pour les hautes écoles*, Neuchâtel.
- OFS, 2009/3 : *Statistique des diplômés 2008. Formations professionnelles supérieures non réglementées au niveau fédéral*, Neuchâtel.
- OFS, 2009/4 : *Statistique de la formation professionnelle initiale en 2008*, Neuchâtel.
- OFS, 2009/5 : *Choix des domaines d'études et des hautes écoles. Facteurs de motivation*, Neuchâtel.
- OFS/CDIP, 2005 : *PISA 2003 : Compétences pour l'avenir. Deuxième rapport national*, Neuchâtel.
- Poglia, Edo ; Molo Cristina, 2007 : *Le choix des études universitaires : sciences sociales plutôt que sciences exactes et techniques ? Enquête auprès des étudiants et des étudiants débutant(e)s dans les hautes écoles universitaires en Suisse*, Revue suisse des sciences de l'éducation, Vol. 29, No.1, Aarau.
- Ramseier, Erich et al., 2005 : *Evaluation der Maturitätsreform 1995 (EVAMAR I). Neue Fächerstruktur, pädagogische Ziele, Schulentwicklung. Schlussbericht zur Phase I*, SER, Berne.
- Ramseier, Erich et al., 2008 : *Die neue Maturitätsausbildung im Kanton Bern : Schlussbericht zum Evaluationsprojekt*, Berne.
- Redish, Edward F. et al., 1998 : *Student expectations in introductory physics*, American Journal of Physics, Vol. 66, No. 3, Maryland.
- Schneeberger, Arthur, 1988 : *Barrieren im Zugang zum Technikstudium in geschlechtsspezifischer Analyse*, Endbericht zum Projekt : Mathematik und Studien- und Berufswahl, IBW-Forschungsbericht No. 63, Wien.
- SIA, 2008 : *Fachkräftemangel. Umfrage SIA*, Analyse des données au 29.07.2008, Zurich.
- SIA, 2009 : *Enquête sur les salaires 2009. Lohnerhebung 2009. Indagine salariale 2009*, Documentation D 0233. Zurich.
- Swiss Engineering UTS, 2009 : *Brochure salaires 2009/2010*, Zurich.
- Swiss Engineering UTS, 2007 : *Brochure salaires 2007/2008*, Zurich.
- Umbach Daniel, Anja, 2008 : *Ingenieure im Topmanagement der Schweizer Wirtschaft, Schlussbericht*, rütter + partner, sur mandat de IngCH Engineers Shape our Future et du Conseil des EPF, août 2008.
- VDI, 2004 : *Fachkräftemangel bei Ingenieuren*, Düsseldorf.
- VDI und Institut der deutschen Wirtschaft Köln, 2009 : *Studie Ingenieurmarkt 2008-09 – Fachkräftelücke, Demographie und Ingenieure 50Plus*, Köln.
- Walter, Christel, 1998 : *Technik, Studium und Geschlecht. Was verändert sich im Technik- und Selbstkonzept der Geschlechter*, Leske und Budrich, Opladen.

Wissenschaftliches Sekretariat für die Studienreform im Land Nordrhein-Westfalen, 2000 : *Ingenieurinnen erwünscht! Handbuch zur Steigerung der Attraktivität ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge für Frauen*, Bochum.

Wolffram, Andrea ; Winker, Gabriele, 2005 : *Technikhaltungen von Studienanfängerinnen und -anfängern in technischen Studiengängen*. Auswertungsbericht der Erstsemesterbefragung an der TUHH im WS 03/04, Technische Universität Hamburg – Hamburg.

Wolffram, Andrea et al., 2007 : *Women Dropouts in Engineering Studies*, The International Journal of Interdisciplinary Social Sciences, Vol. 2. No 1, Melbourne.

Zwick, Thomas ; Boockmann, Bernhard, 2004 ; *Fachkräftemangel bei Ingenieuren*, VDI Nachrichten Studien, Düsseldorf.