



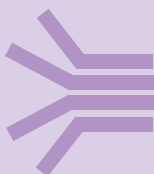
L e s c h a n g e m e n t s t r u c t u r e l s e t f o n c i o n n e l s e n c o u r s n s l d e u t i t u t i n s q u e s o n t l a f a m i l l e ( m o n o p a r e n t a l i t é , r e c o m p o s i

# Les maths et les sciences n'ont-elles plus la cote?

Rendre l'enseignement des mathématiques, des sciences  
et des branches techniques plus attractif et assurer un  
traitement équitable aux filles et aux garçons

Rapport de tendance

CSRE



Schweizerische Koordinationsstelle für Bildungsforschung  
Centre suisse de coordination pour la recherche en éducation  
Centro svizzero di coordinamento della ricerca educativa  
Swiss coordination centre for research in education

No

6

Ce document est la traduction du livre «Keine Lust auf Mathe, Physik, Technik»  
et est seulement publié sous format PDF.

Centre suisse  
de coordination  
pour la recherche  
en éducation (CSRE)

## **Les maths et les sciences n'ont-elles plus la cote?**

*Rendre l'enseignement des mathématiques,  
des sciences et des branches techniques  
plus attractif et assurer un traitement équitable  
aux filles et aux garçons*

***Maja Coradi***

***Stefan Denzler***

***Silvia Grossenbacher***

***Stéphanie Vanhooydonck***

***Traduction:***

***Milena Hrdina, David Fuhrmann, Daniel Bain***

Rapport de tendance CSRE No 6

Aarau, 2003

© Centre suisse de coordination pour la recherche en éducation  
Entfelderstrasse 61  
5000 Aarau

*Graphisme: liberA* – Buchherstellung, Miriam Dalla Libera, Basel

*Illustration de la couverture:* Bildarchiv ETH-Bibliothek, Zürich

*Composition:* Peter Meyer, CSRE

Version en format PDF seulement

**ISBN 3-908117-68-2**

## TABLE DES MATIERES

<b>RESUME ET RECOMMANDATIONS</b>	7
Section A: Compétences des filles en mathématiques et en sciences	8
Section B: De l'attrait des études et des métiers scientifiques et techniques	10
<b>MANDAT</b>	17
<b>QUESTIONS DE FOND</b>	18
<b>STRUCTURE DU RAPPORT</b>	19
<b>SECTION A: COMPETENCES DES FILLES EN MATHEMATIQUES ET EN SCIENCES</b>	20
1 Résultats de recherches sur les compétences en mathématiques	20
2 Résultats de recherches sur les compétences en sciences	45
3 Mesures destinées à promouvoir les compétences des filles (et des garçons) en mathématiques et en sciences	55
<b>SECTION B: DE L'ATTRAIT DES ETUDES ET DES METIERS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES</b>	69
4 Introduction	69
5 Données statistiques sur l'orientation scolaire et professionnelle	69
6 Facteurs agissant sur l'attrait exercé par les filières scientifiques et techniques	87
7 Mesures visant à accroître l'attrait des études en mathématiques, en sciences et dans les branches techniques	102
<b>ANNEXE</b>	116
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	117
<b>EXPERTES ET EXPERTS</b>	127



## RÉSUMÉ ET RECOMMANDATIONS

Le Centre suisse de coordination pour la recherche en éducation (CSRE) a élaboré le présent rapport sur mandat de la Conférence suisse de coordination pour la recherche en éducation (CORECHED). Ce rapport répond aux deux postulats ci-après, déposés au Conseil national.

Conseil national, postulat n° 98.3078 (5. 3. 1998), de Doris Stump, *Les mathématiques sont aussi l'affaire des femmes:*

«Le Conseil fédéral est prié d'organiser et de mener, en collaboration avec les bureaux de l'égalité, une campagne nationale ayant pour but d'améliorer les performances des écolières dans les domaines des mathématiques et des sciences naturelles. Cette campagne devra tenir compte des derniers résultats de la recherche sur les attitudes respectives des filles et des garçons confrontés à l'apprentissage et sur l'attitude discriminatoire des enseignants. Son but est de permettre aux écolières suisses de réaliser, elles aussi, leur potentiel dans les domaines des mathématiques et des sciences naturelles.»

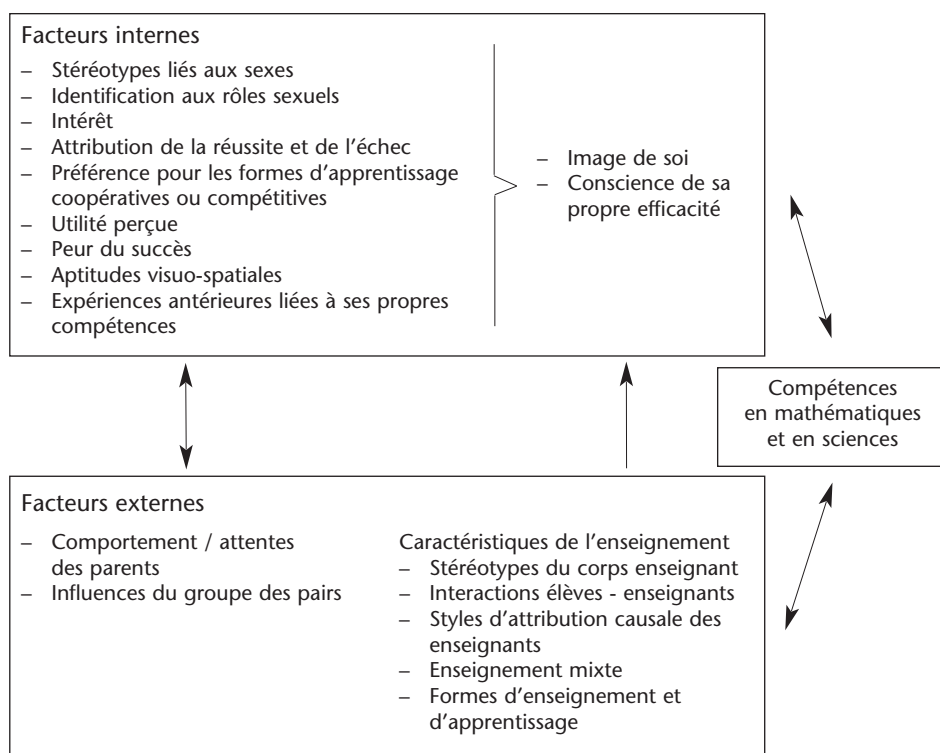
Conseil national, postulat n° 00.3697 (14. 12. 2000), de Kathy Riklin, *Renforcer l'intérêt pour l'étude des branches scientifiques:*

«Le Conseil fédéral est prié de présenter un rapport qui précise les raisons pour lesquelles les jeunes ne sont plus attirés par les formations scientifiques et techniques et indique comment améliorer sensiblement l'attrait de ces études. Ce rapport devra s'intéresser en particulier au degré secondaire II (gymnases et écoles préparant à la maturité professionnelle) et à l'enseignement supérieur (universités et hautes écoles spécialisées).»

La structure du rapport reprend les objets des postulats et les questions qui en découlent. La section A présente les résultats de travaux sur les compétences des filles en mathématiques et en sciences et sur les facteurs qui déterminent ces compétences. Pour cette présentation, nous nous sommes fondés dans la mesure du possible sur les études PISA et TIMSS, mais aussi sur d'autres travaux de recherche. La section B se penche sur le manque d'intérêt des jeunes pour les études en mathématiques, en sciences et dans les branches techniques, sur les causes possibles de ce désintérêt et sur les mesures qui pourraient redonner de l'attrait à ces disciplines. Nous résumons ici ces différents résultats ainsi que les recommandations proposées.

## Section A: Compétences des filles en mathématiques et en sciences

Les études comparatives internationales sur les compétences scolaires TIMSS (1995) et PISA (2000) ont montré qu'en Suisse les filles atteignent de moins bonnes performances en mathématiques et en sciences que les garçons. Ces différences s'avèrent toutefois moins significatives que l'écart qui sépare filles et garçons pour ce qui est de l'image de soi dans une certaine discipline et de la conscience de sa propre efficacité. Les filles ont ainsi une moins bonne image d'elles-mêmes en sciences et en mathématiques que les garçons et sont moins conscientes de leur propre efficacité dans ces disciplines. Or ces deux composantes exercent une grande influence sur les performances scolaires. Par ailleurs, toute une série d'autres facteurs internes et externes influent sur l'image de soi et sur les compétences. De plus, il existe des interactions entre ces différents facteurs et les deux composantes centrales (image de soi et conscience de sa propre efficacité), de même qu'avec les compétences en mathématiques et en sciences. Le modèle ci-après permet de visualiser ces différentes relations réciproques:





Ces différents facteurs se combinant et s'influençant mutuellement, leur effet sur les compétences des filles en mathématiques et en sciences est complexe et il est dès lors impossible de le réduire à quelques rapports de cause à effet linéaires.

### **Combinaison complexe de différents facteurs**

La problématique qui nous intéresse se caractérise par une combinaison complexe de différents facteurs. Une stratégie destinée à améliorer les compétences des filles en mathématiques et en sciences ne peut dès lors pas être unidimensionnelle, axée sur un seul plan et concentrée sur un seul domaine.

### **Stratégies multidimensionnelles**

Pour être efficaces les stratégies et mesures doivent être multidimensionnelles et orientées vers différents plans intriqués de facteurs d'influence. Voici les principales approches à utiliser:

- Perception générale des mathématiques et des sciences comme des domaines «masculins» et association de stéréotypes masculins à ces disciplines;
- Attitude des parents qui attendent de leurs filles des compétences moins élevées en mathématiques et en sciences;
- Attitude des enseignants qui attendent des filles des compétences moins élevées en mathématiques et en sciences et dont le comportement défavorise les filles;
- Lacunes dans les connaissances et les compétences des enseignants quand il s'agit de dispenser un enseignement qui respecte les spécificités des filles;
- Stéréotypes que les filles associent aux mathématiques et aux sciences;
- Styles d'attribution causale qui affaiblissent la confiance des filles en elles-mêmes
- Manque d'information sur l'utilité des disciplines et sur les domaines d'études et d'apprentissage.

### **Un effort commun s'impose**

La conception et la mise en œuvre de stratégies et de mesures efficaces ne peuvent être assurées par un seul acteur. Il faut au contraire créer un réseau très actif de différents acteurs: associations professionnelles, formation des parents, médias, institutions de formation et de perfectionnement du corps enseignant, écoles et hautes écoles, par ex.

## Section B: De l'attrait des études et des métiers scientifiques et techniques

Les données statistiques des élèves, étudiant-e-s et diplômé-e-s, nous permettent de conclure qu'en Suisse les études en mathématiques et en sciences ne souffrent pas d'un manque d'attrait alarmant. Il importe néanmoins de relever les points suivants:

- L'attractivité des études gymnasiales orientées vers les mathématiques et les sciences est en baisse.
- L'attractivité des sciences techniques diminue également dans les hautes écoles universitaires et dans les hautes écoles professionnelles.
- Le nombre des étudiants en sciences exactes et en sciences expérimentales stagne.

Par ailleurs, force est de constater ceci:

- Les femmes sont sous-représentées dans les filières des maturités orientées vers les mathématiques et les sciences.
- Les femmes sont également fortement sous-représentées dans les filières des sciences exactes et techniques dans les hautes écoles.
- Les femmes sont bien représentées dans les filières des sciences naturelles, où le nombre des hommes tend toutefois à diminuer.

Les constats suivants prévalent dans la formation professionnelle:

- Le nombre de diplômés est en recul dans les métiers de l'industrie et de la technique, tandis que le nombre de ceux qui achèvent une formation dans l'artisanat et dans les arts et métiers stagne à un niveau relativement bas. Dans l'industrie et la technique, la proportion des femmes est très faible (5%).
- La répartition des sexes est très inégale entre les diverses filières de maturité professionnelle: alors que les femmes représentent plus de 50% du contingent dans la filière commerciale, elles ne sont que 9% dans la filière technique.
- S'il est difficile d'identifier des tendances parmi les étudiants et les diplômés de hautes écoles spécialisées, en raison de la réforme en cours, il apparaît clairement que la proportion de femmes dans la filière technique est très faible (inférieure à 2%).
- Dans la formation tertiaire extra-universitaire, le nombre des diplômes augmente dans les professions commerciales, mais diminue dans les professions techniques et dans les arts et métiers. La proportion de femmes atteint un tiers pour les certificats fédéraux de capacité, un quart pour les diplômes de hautes écoles spécialisées et environ 15% pour les diplômes fédéraux.

Dans la section B du présent rapport, nous examinons les éléments à même d'influer sur l'attractivité des domaines considérés en nous fondant sur la littérature spécialisée issue de la recherche en sciences de l'éducation et présentons les mesures qui pourraient accroître cette attractivité.

Bien que le nombre des personnes ayant choisi de poursuivre des études en mathématiques et en sciences n'ait pas chuté de manière préoccupante en Suisse, il apparaît clairement que ces disciplines ont perdu de leur attractivité. Il est particulièrement alarmant de constater à quel point les femmes sont sous-représentées, au niveau des filières gymnasiales, dans ces disciplines ainsi que dans les filières des sciences exactes et techniques.

### **Facteurs d'influence**

Voici les facteurs qui empêchent les jeunes d'opter pour des études dans les domaines qui nous préoccupent:

- Absence de stimulation, due au cadre social, à même d'éveiller l'intérêt des enfants (surtout celui des filles) pour les domaines scientifique et technique.
- Manque de concordance entre la représentation des domaines professionnels et d'études concernés et les choix intrinsèques des jeunes (indépendance dans la profession, activité professionnelle variée, réalisation de soi).
- Ecart entre les perspectives salariales et les conditions d'emploi, d'une part, et les choix extrinsèques des jeunes, d'autre part.
- Inadéquation du cadre scolaire et de l'approche didactique et méthodologique de l'enseignement, qui ne sont aptes ni à éveiller ni à renforcer l'intérêt des jeunes pour les disciplines mathématiques, scientifiques et techniques.
- Caractère décourageant des conditions d'études et manque de perspectives de pouvoir mener une carrière scientifique (en particulier pour les femmes).
- Entrave que représente le cadre professionnel, réel ou supposé, lors du choix d'une profession ou d'une filière d'études, en particulier lorsque ce cadre donne l'impression aux femmes de ne pas pouvoir concilier activité professionnelle et vie familiale.

### **Approches**

L'intérêt des jeunes pour les mathématiques et les sciences ainsi que l'accroissement de l'attractivité de la formation dans ces domaines devraient commencer au sein de la sphère familiale, à l'âge préscolaire et scolaire (sensibilisation et éveil, ou préservation, de l'intérêt). L'effort de motivation devrait se poursuivre au moment

du choix d'une profession (stages, informations claires et pertinentes, modèles des rôles en présence), lors du passage de l'école obligatoire à une haute école (qui devrait être aussi harmonieux que possible) ainsi qu'au début et tout au long des études (organisation claire, structuration interne, lien avec la pratique, exigences réalistes). Un autre moyen de motiver les jeunes consiste à promouvoir la relève, c'est-à-dire à améliorer les chances de mener une carrière scientifique. Dans ce contexte, les entreprises et l'économie ont aussi leur rôle à jouer, notamment en offrant des conditions de travail attrayantes (conciliation entre activité professionnelle et vie active, sécurité de l'emploi et revenu approprié). Enfin, il importe de susciter un vaste débat sur les sciences et sur la technique pour que l'opinion publique, en particulier les jeunes femmes et les jeunes gens, accordent une plus grande importance à ces domaines.

Pour formuler les recommandations qui concluent leurs travaux, les collaborateurs et collaboratrices du Centre suisse de coordination pour la recherche en éducation chargés de rédiger le présent rapport ont organisé un atelier auquel ils ont invité des spécialistes de la recherche en éducation, de la didactique des disciplines et de l'égalité entre hommes et femmes. Les résultats de cet atelier ont servi de base à l'élaboration des recommandations ci-après.

---

## Recommandations

### Recommandation 1: Sensibiliser les éducateurs

*Il importe de lancer une campagne qui invite les parents à adopter une attitude positive et fondée sur la curiosité face aux problèmes mathématiques, scientifiques et techniques. Cette campagne devrait les amener à remettre en question les stéréotypes masculins et féminins associés à ces domaines ainsi que la différence entre les attentes qu'ils adressent aux filles et aux garçons. La campagne sera préparée par des spécialistes de l'égalité entre hommes et femmes, de la formation des parents et des consultations parentales.*

L'attitude et les attentes des parents influent grandement sur le développement cognitif et émotionnel de leurs enfants, ainsi que sur leurs choix pour l'avenir. En effet, la manière dont les parents perçoivent (et expriment) l'importance des mathématiques, des sciences et de la technique, notamment en ce qui concerne les choix professionnels des filles, et les attentes qu'ils adressent à leurs enfants (surtout aux filles) en matière de réussite scolaire dans ces domaines, jouent un rôle crucial dans le développement de l'intérêt, de la motivation et de la confiance en soi des enfants.

Il n'est pas facile d'inciter les gens à revoir leur attitude, les stéréotypes adoptés et leurs attentes. Les appels allant dans ce sens restent sans effets et le travail d'information manque d'efficacité. Il faudrait sans doute plutôt viser à déconcerter les gens pour les pousser à reconsidérer des idées reçues solidement ancrées dans leur esprit et pour leur permettre de faire des expériences qui les amèneraient à revoir leur position. Une telle campagne aura tout intérêt à utiliser les médias électroniques (radio, télévision, ordinateur, internet), à éveiller la curiosité du public et à solliciter son esprit ludique. La préparation et la réalisation d'une telle campagne devront être confiées à des milieux qui disposent de l'expérience et de tout le savoir-faire nécessaires.

### **Recommandation 2: Intensifier la recherche fondamentale**

*Il faut mettre en œuvre un programme de recherche dans le domaine de la didactique des disciplines afin d'assurer le développement durable de la recherche fondamentale dans la didactique des mathématiques, des sciences et des branches techniques au niveau des universités et des hautes écoles pédagogiques.*

Si l'on souhaite faire débiter plus tôt la formation de base dans les disciplines scientifiques et techniques, il importe de mener des recherches appropriées sur la psychologie de l'apprentissage pour la tranche d'âge considérée, sur le choix des matières à enseigner et sur la préparation optimale de la didactique et de la méthodologie des contenus, c'est-à-dire sur la conception du cadre d'enseignement. Etant donné les lacunes qui ont été identifiées dans la didactique des hautes écoles et des hautes écoles spécialisées, il convient aussi de mener des recherches à ce niveau, notamment en tenant compte de la perspective genre (c'est-à-dire de la prise en compte du sexe des apprenants). Là encore, on devra exploiter les ressources existantes tout en s'efforçant de les développer et de les préserver à long terme. On accordera par ailleurs une attention particulière à la diffusion des résultats de recherche et à leur application dans la pratique.

### **Recommandation 3: Promouvoir le développement de l'enseignement**

*Un programme mené de concert par les institutions et les spécialistes de la recherche, de la formation des enseignants et de la pratique de l'enseignement aura pour tâche d'optimiser l'enseignement des mathématiques et des sciences. Il s'articulera autour d'innovations méthodologiques et didactiques (dans l'enseignement des disciplines) et de l'élargissement des compétences professionnelles des enseignants et des écoles qui y prennent part. Ce programme permettra d'appliquer directement les découvertes pédagogiques et de les tester dans les écoles concernées. La promotion de l'égalité des chances constituera l'une*

*des grandes priorités du programme, qui aura pour objectif d'élaborer un enseignement tenant compte aussi bien des spécificités des filles que de celles des garçons. Dans ce contexte, il importe aussi d'expérimenter et d'évaluer des formes d'enseignement homogène (non mixte).*

En mathématiques, les élèves suisses ont obtenu de relativement bons résultats dans les études comparatives internationales, mais on a identifié un écart significatif entre les compétences des filles et des garçons. En sciences, les performances des élèves suisses se sont révélées moyennes et l'écart entre les deux sexes s'avère significatif surtout aux niveaux supérieurs de la formation. Par conséquent, il importe de développer et d'optimiser encore l'enseignement, notamment dans les disciplines scientifiques, tout en accordant une place de choix à la mise au point d'un enseignement respectueux des spécificités des deux sexes.

La recherche expérimentale dans le développement scolaire a montré que les projets couronnés de succès sont surtout ceux qui ont misé sur la participation directe des enseignants et des écoles et sur leur intervention directe dans le développement de l'enseignement. Le programme à mener aura tout intérêt à mettre cette expérience à profit. Il pourra par exemple s'inspirer du programme allemand destiné à accroître l'efficacité de l'enseignement des mathématiques et des sciences (SINUS) ou du programme autrichien IMST2 (Innovations in Mathematics, Science and Technology Teaching).

Le programme peut exploiter directement les résultats des travaux de recherche et développement (menés par les universités) dans la didactique des disciplines et les compétences des groupes de recherche concernés. Dans le cadre des hautes écoles pédagogiques (qui voient actuellement le jour), ce programme offre aussi la possibilité de mener un effort de recherche et développement en lien direct avec la formation et le perfectionnement des enseignants. Les groupes de recherche existants dans les universités devraient entrer en contact et collaborer étroitement avec les groupes de recherche mis sur pied au sein des hautes écoles pédagogiques, puis renforcer la structure de leur coopération pour former un véritable réseau de compétences.

#### **Recommandation 4: Améliorer le programme et l'organisation de l'enseignement**

*En parallèle au programme présenté ci-dessus, il importe de s'interroger, au niveau de la politique de l'éducation, sur les moyens de renforcer la formation de base dans les domaines scientifiques et techniques. Cet effort devrait intervenir dès le début de la scolarité obligatoire (niveau préscolaire, école primaire). Il convient aussi de trouver une solution*

*(module intégré aux disciplines existantes ou projet interdisciplinaire, par ex.) pour améliorer la compréhension de la technique.*

Dans un monde où la technique est omniprésente, les connaissances scientifiques et la compréhension de la technique ne jouent pas seulement un rôle crucial pour maîtriser sa vie au quotidien, mais aussi pour prendre pleinement part aux processus sociaux et aux décisions politiques. En Suisse, l'enseignement des sciences commence relativement tard et celui des branches techniques demeure assez marginal. Pour inciter davantage les jeunes (les femmes en particulier) à entreprendre des études ou une formation professionnelle dans ces domaines, il importe de stimuler la curiosité et l'intérêt des élèves pour ces disciplines dès les premières années de la scolarité. On pourra ainsi utiliser au mieux l'intérêt des jeunes enfants pour les problèmes scientifiques et techniques, surtout à un stade où les stéréotypes liés au sexe ne sont pas encore suffisamment ancrés dans leur esprit pour freiner l'intérêt des filles pour ces disciplines.

Le projet «Harmonisation de la scolarité obligatoire» (Harmos) de la Conférence suisse des directeurs cantonaux de l'instruction publique (CDIP) vise à définir des niveaux de compétences que les élèves devront avoir atteints à la fin de la 2e, de la 6e et de la 9e année scolaire dans différentes disciplines (mathématiques, langue maternelle et langues étrangères), et en particuliers en sciences. Le projet fixera également des normes sur les compétences à transmettre. C'est dans ce cadre qu'il faut considérer la présente recommandation.

Pour ce qui est de la compréhension de la technique, une initiative a déjà été lancée sous le titre «Forum éducation et technique». Initié par l'Académie suisse des sciences naturelles et par l'Académie suisse des sciences techniques, ce projet a été intégré au sein de la CDIP.

### **Recommandation 5: Optimiser les processus du choix professionnel**

*Il convient d'appuyer, d'évaluer et d'optimiser les initiatives lancées ces dernières années pour promouvoir des choix professionnels ouverts à tous, au-delà des stéréotypes liés au sexe. Le travail consiste à réunir les expériences et les enseignements tirés de différents projets réalisés par diverses entités, à les évaluer dans le cadre d'une procédure commune et à utiliser les résultats obtenus pour optimiser les processus du choix professionnel.*

Ces dernières années, ce sont avant tout les bureaux, les commissions et les délégués pour l'égalité entre hommes et femmes des hautes écoles qui ont lancé toute une série d'initiatives destinées à appuyer les processus du choix professionnel et à ouvrir également de nouvelles perspectives aux femmes dans les branches où el-

les étaient jusqu'ici sous-représentées. Ces initiatives ont souvent été lancées sous forme de projets (tel le Projet 16+ dans le cadre de l'arrêté fédéral II sur les places d'apprentissage). Il importe aujourd'hui de leur donner un ancrage solide, de les élargir et de les consolider. A cet effet, il faut privilégier la promotion de l'égalité des chances lors de la préparation scolaire au choix professionnel de même que la formation continue des enseignants et des conseillers en orientation professionnelle. Il serait par ailleurs intéressant de déterminer si une préparation non mixte au choix professionnel ne permettrait pas d'éviter les effets indésirables d'un processus entaché par des stéréotypes liés au sexe. Les contacts directs avec le monde du travail (stages) et les contacts personnels avec des professionnelles (notamment pour les jeunes filles) ont largement contribué à accroître l'attractivité des études et des professions dans les branches mathématiques, scientifiques et techniques. La sensibilisation des parents à ce processus mérite aussi une grande attention, puisqu'ils continuent de jouer un rôle central dans la transmission des valeurs que leurs enfants associent à leur avenir personnel et professionnel.

### **Recommandation 6: Intégration dans les programmes existants**

*Les mesures proposées ici doivent s'intégrer dans les efforts déjà mis en œuvre pour favoriser l'égalité des chances dans la formation, pour promouvoir les femmes dans les domaines concernés au sein des universités, des hautes écoles techniques et des hautes écoles spécialisées et pour accroître l'attractivité de professions dans ces domaines.*

Il importe de tirer profit des expériences déjà acquises pour créer des synergies et éviter le travail à double. Multiplier les informations et les activités destinées à faire largement connaître des programmes déjà en place favorisera la prise de conscience au sein de l'opinion publique, contribuera à éveiller l'attention et accroîtra l'intérêt pour les études et les métiers dans les disciplines qui nous intéressent ici.



## MANDAT

Le 20 février 2002, la Conférence suisse de coordination pour la recherche en éducation (CORECHED) a chargé le Centre suisse de coordination pour la recherche en éducation (CSRE) de rédiger un rapport de tendance en réponse à deux postulats déposés au Conseil national. Voici les requêtes formulées dans ces postulats:

Conseil national, postulat n° 98.3078 (5. 3. 1998), de Doris Stump, *Les mathématiques sont aussi l'affaire des femmes:*

«Le Conseil fédéral est prié d'organiser et de mener, en collaboration avec les bureaux de l'égalité, une campagne nationale ayant pour but d'améliorer les performances des écolières dans les domaines des mathématiques et des sciences naturelles. Cette campagne devra tenir compte des derniers résultats de la recherche sur les attitudes respectives des filles et des garçons confrontés à l'apprentissage et sur l'attitude discriminatoire des enseignants. Son but est de permettre aux écolières suisses de réaliser, elles aussi, leur potentiel dans les domaines des mathématiques et des sciences naturelles.»

Conseil national, postulat n° 00.3697 (14.12.2000), de Kathy Riklin, *Renforcer l'intérêt pour l'étude des branches scientifiques:*

«Le Conseil fédéral est prié de présenter un rapport qui précise les raisons pour lesquelles les jeunes ne sont plus attirés par les formations scientifiques et techniques et indique comment améliorer sensiblement l'attrait de ces études. Ce rapport devra s'intéresser en particulier au degré secondaire II (gymnases et écoles préparant à la maturité professionnelle) et à l'enseignement supérieur (universités et hautes écoles spécialisées).»

Le 20 février 2002, le CSRE a soumis à la CORECHED un projet de travail subdivisé en trois grandes étapes:

- Dresser l'état des lieux (analyser les statistiques relatives au choix des études et les résultats des études comparatives internationales TIMSS et PISA portant sur les performances des femmes en mathématiques et en sciences).
- Présenter l'état de la recherche pour mieux comprendre la situation et évaluer l'efficacité d'éventuelles mesures prises en Suisse et à l'étranger.
- Formuler des recommandations pour infléchir la tendance actuelle, voire pour mener une véritable campagne de promotion des disciplines concernées.

## QUESTIONS DE FOND

Pour préparer le rapport de tendance, les collaborateurs et collaboratrices du CSRE ont orienté leurs travaux sur les questions ci-après:

- Quelles différences liées aux sexes observe-t-on dans les compétences en mathématiques et en sciences en Suisse sur la base des résultats des études comparatives internationales TIMSS et PISA? <sup>1</sup>
- A quels facteurs peut-on imputer le niveau inférieur des compétences des filles (selon les résultats des études TIMSS et PISA et d'autres recherches)?
- Quelles mesures sont à même d'améliorer les compétences des filles dans ces disciplines?
- Sur quels principes devrait se fonder une campagne visant à améliorer les compétences des filles dans ces disciplines?
- Dans quelle mesure peut-on parler d'un manque, voire d'une perte, d'attrait des études en mathématiques et en sciences?
- Existe-t-il des différences liées aux sexes dans le choix d'une formation axée sur les mathématiques et sur les sciences?
- Pour quelles raisons (éventuellement liées aux sexes) les jeunes se détournent-ils des études en mathématiques et en sciences?
- Quelles mesures pourraient être prises à différents niveaux du système éducatif pour accroître l'attrait de ces disciplines?

---

1 PISA est l'abréviation de «Programme for International Student Assessment» (Programme international pour le suivi des acquis des élèves). Ce programme fait partie intégrante du Programme de l'OCDE portant sur les indicateurs de l'éducation et la mesure des compétences (INES, Indicators of Educational Systems). Le programme PISA a pour objectif de fournir aux pays de l'OCDE des indicateurs sur les compétences que possèdent les jeunes de quinze ans en lecture, en mathématiques et en sciences (ainsi que dans certains autres domaines). Le programme prévoit la réalisation d'une étude comparative tous les trois ans, chacune de ces études mettant l'accent sur une autre discipline (lecture en 2000, mathématiques en 2003, sciences en 2006). En 2000, trente-deux pays ont pris part à l'étude PISA.

TIMSS est l'abréviation de «Third International Mathematics and Science Study» (Troisième étude internationale sur les mathématiques et les sciences), qui a été lancée par l'«International Association for the Evaluation of Educational Achievement» (IEA, Association internationale pour l'évaluation du rendement scolaire). Cette étude portait sur les compétences en mathématiques et en sciences des élèves des degrés 6, 7 et 8, ainsi que des degrés 10 et 12. Quarante-cinq pays ont participé à l'étude TIMSS.

## STRUCTURE DU RAPPORT

La structure du rapport reprend les objets des postulats et les questions qui en découlent. La section A présente les résultats de travaux sur les compétences des filles en mathématiques et en sciences et sur les facteurs qui déterminent ces compétences. Nous nous sommes dans la mesure du possible fondés sur les études PISA et TIMSS ainsi que sur d'autres travaux de recherche. La section B se penche sur le manque d'intérêt des jeunes pour les études en mathématiques, en sciences et dans les branches techniques, sur les causes possibles de ce désintérêt et sur les mesures qui pourraient redonner de l'attrait à ces disciplines. Les deux sections peuvent être lues séparément.

Afin de valider les résultats obtenus et pouvoir les exploiter pour élaborer des recommandations, les collaborateurs et collaboratrices du Centre suisse de coordination pour la recherche en éducation chargés de l'étude, ont invité des spécialistes de la recherche en éducation, de la didactique des disciplines et de la promotion de l'égalité à un atelier. Cet atelier s'est déroulé le 1er octobre 2002 à Berne sous la direction de Mme Ruth Marx. Ses conclusions sont venues alimenter les recommandations formulées dans le résumé du rapport. Le CSRE tient à remercier les spécialistes qui ont pris part à l'atelier (voir liste en p. 127) pour leurs précieuses remarques et réflexions, ainsi que pour leur volonté d'apporter leur contribution à ce rapport de tendance.

## SECTION A: COMPETENCES DES FILLES EN MATHÉMATIQUES ET EN SCIENCES

### 1 – Résultats de recherches sur les compétences en mathématiques

Nous présentons ci-après divers résultats de recherches. Il s'agit des résultats des études comparatives internationales PISA et TIMSS, ainsi que des résultats d'autres travaux décrits dans la littérature spécialisée.

Les études PISA et TIMSS dressent un état des lieux qui nous permet de nous faire une idée des différences, imputables aux sexes ou à d'autres causes, qui existent actuellement en Suisse dans les compétences en mathématiques et, dans une certaine mesure aussi, en sciences. Selon leur priorité thématique, ces deux études apportent une contribution plus ou moins importante à nos travaux. Soulignons en effet que ni l'une ni l'autre n'a été conçue pour mesurer l'impact des différents facteurs décrits dans la littérature spécialisée sur les différences liées aux sexes. Les résultats disponibles se limitent à quelques-uns de ces facteurs, que chacune des études considère comme importants, et nous n'avons donc pas pu tenir compte des résultats de PISA et de TIMSS pour chacun des thèmes traités. La plupart des observations concernant les résultats de PISA sont issues de nos propres calculs et une partie est reprise du chapitre «Les filles et les garçons sont-ils vraiment égaux face à la formation?» qui fait partie du rapport suisse de l'étude PISA 2000.

Les observations concernant l'étude TIMSS résument d'une part certains résultats de l'étude de Carmen Keller («Geschlechterdifferenzen: Trägt die Schule dazu bei?»), réalisée en 1997 dans le cadre de l'évaluation des données suisses de TIMSS dans le secondaire I. Elles reprennent d'autre part quelques résultats de la deuxième étude TIMSS (secondaire II).

Les mathématiques et les sciences font toujours l'objet d'analyses distinctes. Pour éviter toute confusion, nous tenons à souligner que nous classons la physique dans les sciences expérimentales et pas dans les mathématiques, comme c'est parfois le cas.

## Les compétences des filles et des garçons en mathématiques différent-elles vraiment?

### PISA

Dans le cadre de l'enquête PISA 2000, les compétences en mathématiques ont été mesurées sur la base de questions conçues pour évaluer ce que l'on appelle les notions mathématiques fondamentales. Lors de l'élaboration des questions, les responsables de l'enquête ont délibérément ignoré les programmes d'études dans cette discipline. Ils entendaient ainsi pouvoir apprécier la capacité des jeunes interrogés à reconnaître et à interpréter des problèmes mathématiques qu'ils rencontrent au quotidien, à les placer dans un contexte mathématique, à faire appel à des connaissances et à des processus mathématiques pour résoudre ces problèmes, à interpréter la réponse à l'aide du langage utilisé dans l'énoncé initial du problème, à mener une réflexion sur la méthode utilisée ainsi qu'à formuler et à expliquer les résultats (OFS/CDIP 2002).

En Suisse, les compétences des filles de quinze ans en mathématiques sont légèrement inférieures à celles des garçons et la différence constatée avoisine la différence moyenne observée dans les pays de l'OCDE. Ce léger écart apparaît également dans l'enquête – réalisée uniquement en Suisse – parmi les élèves de 9e année. Ventilés par filières scolaires, les résultats indiquent par ailleurs que les différences sont pratiquement identiques dans tous les types d'écoles. L'examen des résultats par niveaux de compétences montre que les filles sont en particulier sous-représentées dans la catégorie supérieure: alors que 24% des garçons se situent dans la zone des 20% supérieurs de l'échelle des scores, seuls 16% des filles se classent à ce niveau. La différence est toutefois moins flagrante dans la zone des 20% inférieurs de l'échelle des scores: environ 23% des filles et 18% des garçons se sont classés dans cette catégorie.

Fig 2: Répartition des filles et des garçons de 9e année dans cinq niveaux de compétences en mathématiques

Fillles		Garçons
16%	Niveau 5: les meilleurs 20% de tous les élèves de neuvième	24%
19%	Niveau 4: troisième quintile	21%
21%	Niveau 3: les 20% possédant des compétences moyennes	19%
21%	Niveau 2: deuxième quintile	18%
23%	Niveau 1: les 20% possédant les moins bonnes compétences	18%

Sources: Calculs des auteurs; données: OCDE-OFS/CDIP: Banque de données PISA, 2001

## TIMSS

L'étude TIMSS a eu recours à deux types de tests pour évaluer les compétences des élèves. Les premiers visaient à évaluer ce que l'on appelle les notions mathématiques fondamentales. Ces tests ne tenaient pas compte des programmes d'étude et visaient davantage à évaluer la possession des connaissances et des structures de savoir indispensables pour vivre dans nos sociétés modernes. Ces tests comprenaient des questions dans les branches suivantes: algèbre, représentation et analyse de données, géométrie, mesures et unités de mesures, proportionnalité ainsi que numération et compréhension des nombres.

Au secondaire II, un deuxième test complétait les premiers. Il s'agissait ici d'apprécier non seulement les notions mathématiques fondamentales, mais aussi les compétences en mathématiques de niveau gymnasial. Ce test était axé sur une sélection de programmes d'études de culture générale. Il permet ainsi d'apprécier aussi les compétences des élèves qui ont choisi une filière préparant à des études universitaires (Ramseier et al. 1999).

Une comparaison internationale au sein du groupe des jeunes de treize à quatorze ans indique que les filles et les garçons possèdent des compétences pratiquement identiques en mathématiques. Des différences significatives entre les sexes n'ont été observées que dans un cinquième à peine des pays, dont la Suisse. Les différences enregistrées en Suisse peuvent toutefois être qualifiées de minimales (Keller 1997).

Dans une analyse des compétences dans les différents domaines mathématiques, Beaton et al. (1996) ont montré que les filles atteignent un bon niveau dans les domaines «numération et compréhension des nombres», «géométrie», «proportionnalité», «mesures et unités de mesure». Ils n'ont cependant observé aucune différence liée aux sexes dans le domaine de l'«algèbre» (Keller 1997, 142).

Après avoir analysé les données de l'étude TIMSS dans douze pays sélectionnés (dont la Suisse), Kaiser et Steisel (2000) concluent toutefois que les compétences dans les différents domaines des mathématiques ne correspondent à aucun modèle particulier qui soit lié aux sexes.

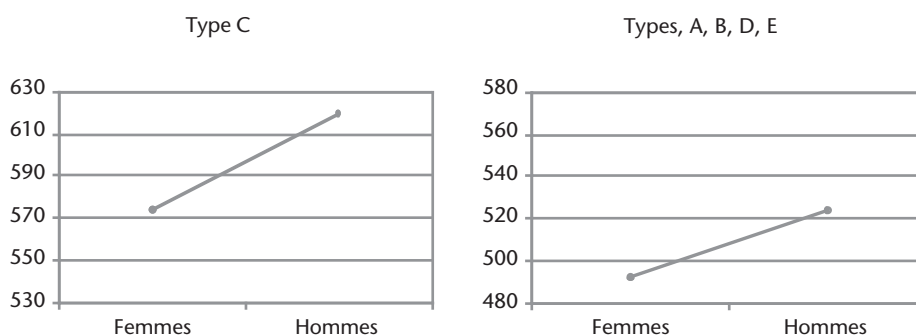
Une analyse détaillée des données suisses a révélé une différence moyenne à grande liée aux sexes parmi les élèves de dernière année du secondaire II (18 à 20 ans environ) en ce qui concerne les compétences dans les notions mathématiques fondamentales (cette différence est nettement plus grande que dans le secondaire I).

La Suisse se situe ainsi dans la moyenne internationale. Toutefois, un examen qui distingue les filières scolaires donne une image plus nuancée de la situation: de

grosses différences liées aux sexes apparaissent dans les filières préparant aux maturités de type A, B, C, D et E<sup>2</sup> ainsi que dans la formation professionnelle, mais pas dans les écoles normales ni dans les écoles préparant à une maturité cantonale. Ces différences s'expliquent peut-être par le fait que les filles qui fréquentent les écoles normales et les écoles cantonales possèdent des compétences en mathématiques qui équivalent à celles des filles préparant un certificat de maturité de type A, B, C, D ou E; alors que les garçons qui fréquentent les écoles normales et les écoles cantonales font preuve de compétences nettement moins bonnes que leurs camarades candidats à une maturité gymnasiale (Ramseier et al. 1999).

En Suisse, l'écart entre filles et garçons tend donc à se creuser avec l'âge. C'est ce que prouve également une étude menée uniquement sur des gymnasiennes et des gymnasiens. La différence entre leurs compétences en mathématiques de niveau gymnasial est en effet grande au terme du secondaire II (la différence observée en Suisse est plus grande que celle enregistrée dans les deux tiers des pays ayant pris part à l'étude TIMSS) (Ramseier et al. 1999). L'écart n'est pas significativement plus grand dans la filière de type C, mais il se situe à un niveau plus élevé.

Fig. 3: Compétences en mathématiques dans les filières gymnasiales<sup>3</sup>



Source: Ramseier et al. 1999

- 2 Il existe en Suisse cinq types de maturité reconnus au niveau fédéral par l'ordonnance sur la reconnaissance des certificats de maturité gymnasiale (ORM): le type A, langues anciennes (latin, grec); le type B, latin et troisième langue nationale ou anglais; le type C, mathématiques et sciences; le type D, langues modernes; et le type E, sciences économiques. Outre ces cinq types de maturité reconnus par la Confédération, il existe encore quelques maturités qui ne sont reconnues qu'au niveau cantonal (maturité artistique, maturité socio-pédagogique, etc.) (CDIP 2001). Au terme d'une période transitoire de plusieurs années, cette réglementation sera remplacée par la nouvelle ordonnance de 1995 sur la reconnaissance des certificats de maturité gymnasiale.
- 3 Dans l'étude TIMSS, les compétences en mathématiques au niveau gymnasial ont été classées sur une échelle allant de 200 à 800 points. La différence moyenne entre garçons et filles dans la filière C est grande et statistiquement significative (grandeur de l'effet [effect size]:  $d=0,6$ ). Dans les filières A, B, D et E, cette différence est moyenne et statistiquement significative (grandeur de l'effet:  $d=0,41$ ).

### *Résultats tirés de la littérature spécialisée*

Une méta-analyse portant sur de nombreuses recherches menées en Amérique du Nord et publiée en 1990 (Hyde et al. 1990), constate que les différences liées aux sexes dans les compétences en mathématiques s'amenuisent globalement depuis 1974. Selon Hyde et al., seules des différences minimales existent chez les jeunes de moins de quatorze ans, mais elles augmentent avec l'âge. Le même constat vaudrait pour l'attrait des mathématiques et pour la confiance en soi en mathématiques. Depuis quelque temps, les conclusions de cette étude font toutefois l'objet de vives controverses. Hosenfeld et al. (1999) ont ainsi constaté que les études publiées ces dernières années en Allemagne contredisent cette prétendue tendance à la diminution des différences liées aux sexes. Ces mêmes auteurs rapportent en effet que Johnson (1996) a découvert, dans sa méta-analyse portant sur des évaluations nationales et internationales des compétences en mathématiques, que les garçons présentaient une nette avance sur les filles, et ce dès l'âge de six ou de sept ans jusqu'à seize voire dix-sept ans.

Il importe toutefois de faire ici une remarque générale: lorsque des études font état de telles différences, celles-ci dépendent souvent du contenu et de la structure du test, ainsi que de l'âge des enfants qui le passent. La plupart du temps, les compétences en mathématiques se recouvrent largement entre les deux sexes et les différences correspondent plutôt à des différences constatées parmi les garçons ou parmi les filles.

Les différences liées aux sexes sont particulièrement frappantes parmi les individus qui possèdent des compétences supérieures à la moyenne. Les garçons sont par exemple surreprésentés dans le groupe des élèves dont le niveau de compétences est maximal (Fennema & Leder 1990; Hosenfeld et al. 1999).

Outre une différence au niveau des compétences globales en mathématiques, on observe aussi des points forts et des points faibles liés aux sexes dans certains domaines des mathématiques. Les auteurs d'ouvrages traitant des compétences en mathématiques s'accordent largement pour affirmer que les garçons se révèlent particulièrement plus compétents dans la résolution de problèmes, car ils recourent à des stratégies plus efficaces que les filles. En arithmétique, la plupart des études ne font état d'aucune différence liée aux sexes (Stanat & Kunter 2002). Certaines observations montrent toutefois aussi que les filles présentent de meilleures compétences lorsqu'il s'agit de résoudre des problèmes relevant du calcul pur. Les différences favorables aux filles sont surtout enregistrées à l'école primaire et celles favorables aux garçons surtout dans aux niveaux secondaire et tertiaire (Hosenfeld et al. 1999).



## Facteurs influant sur les compétences des filles et des garçons en mathématiques

Nous examinons ci-après les différents facteurs susceptibles d'induire les différences de compétences en mathématiques qui séparent filles et garçons. L'analyse distingue les facteurs internes, qui relèvent du développement personnel de l'élève, et les facteurs externes, qui comprennent les caractéristiques ou le mode de comportement des parents et des enseignants, ainsi que les spécificités du mode d'enseignement. Nous commençons par décrire ces facteurs séparément, en nous fondant autant que possible sur les études PISA et TIMSS, ainsi que sur les résultats d'autres recherches. Puis, après avoir commencé par isoler artificiellement les différents facteurs potentiels, nous nous penchons sur la combinaison des différents facteurs tels qu'ils sont décrits dans les rapports des études PISA et TIMSS. Il s'agit dans ce cas d'identifier les influences les plus marquées lorsque de nombreux facteurs se conjuguent.

### *Facteurs internes*

#### **STÉRÉOTYPES**

Les stéréotypes sont des idées communément admises sur les caractères et sur les capacités «typiquement» masculins et «typiquement» féminins (Hilgers 1994, 41). Keller (1997) renvoie à Alferman (1996), qui décrit le stéréotype masculin en utilisant les termes activité, force, prédominance, compétition, compétences mathématiques et techniques, tandis qu'elle attribue au stéréotype féminin les caractéristiques émotivité, sociabilité, passivité, intelligence pratique. Or les stéréotypes rattachés à chacun des sexes peuvent exercer une grande influence sur le processus d'apprentissage des enfants et des adolescents, car un individu tend à préférer et à apprendre plus aisément, puis à oublier moins vite, les matières auxquelles il peut s'identifier facilement (Kohlberg 1966). A l'inverse, le fait de ne pas juger certaines matières adaptées à son rôle sexuel peut constituer un obstacle à l'acquisition de bonnes compétences. Une jeune fille qui pense que les femmes ne sont pas faites pour les mathématiques, c'est-à-dire que cette matière est inadaptée à leur rôle dans la société, aura tendance à croire qu'en obtenant de bonnes performances en mathématiques elle se place en inadéquation avec le rôle qui lui est assigné (Meyer & Schatz Koehler 1990).

#### **TIMSS**

Dans le secondaire I, les filles associent significativement moins que les garçons les mathématiques et la physique avec leur sexe. Elles sont au contraire significativement plus nombreuses à penser que les langues et la biologie leur correspondent. Or, c'est l'inverse qui prévaut chez les garçons. Et plus on avance dans la scolarité, plus ces associations et le clivage entre les deux sexes s'affirment.

Keller relève donc ceci: «Les filles associant nettement moins les mathématiques et la physique avec leur sexe, on constate qu'elles éprouvent plus tard nettement plus de difficultés que les garçons à s'identifier avec les mathématiques et avec la physique et que l'écart prend des proportions alarmantes. (...) Plus elles avancent dans leur scolarité, plus cette identification devient difficile.» (1997, 154).

#### RÉSULTATS TIRÉS DE LA LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE

Diverses études longitudinales ont constaté que les garçons aussi bien que les filles tendent avec le temps à donner une forte connotation masculine aux mathématiques (Leder 1990). Beermann et al. renvoient à une méta-analyse de Hyde et al. (1990) et à ses résultats, selon lesquels les mathématiques appartiennent davantage au stéréotype masculin qu'au stéréotype féminin (Beermann et al. 1992, 49).

Jahnke-Klein souligne également ce point en se référant à une étude de Krawietz (1995), selon laquelle les hommes perçoivent encore plus que les femmes les mathématiques comme étant une «affaire d'hommes» (voir Jahnke-Klein 2001, 15). Pour ce qui est de l'influence que les stéréotypes associés à chaque sexe exercent sur les compétences en mathématiques, les résultats des études divergent toutefois malgré la pertinence de leur fondement théorique. Il conviendrait sans doute de tenir compte d'interactions avec d'autres facteurs pour percevoir les interdépendances avec une plus grande acuité (Meyer & Schatz Koehler 1990; Kotte 1992).

#### IDENTITÉ SEXUELLE

L'identité sexuelle désigne l'image qu'un individu a de soi en tant que femme ou en tant qu'homme. Elle comprend les stéréotypes, masculins ou féminins, que l'individu a intégrés dans son image de soi au cours du développement de sa personnalité. L'identité sexuelle correspond donc à un savant mélange des différents stéréotypes, masculins et féminins. Elle peut par exemple se composer de caractères, de capacités et de modes de comportement majoritairement masculins ou féminins (Keller 1997, 161). Un individu qui se décrit en utilisant en majorité des attributs correspondant au stéréotype féminin, sera perçu comme étant un individu possédant une identité sexuelle féminine. De même, quelqu'un qui se décrit en se référant majoritairement à des attributs correspondant au stéréotype masculin, sera considéré comme une personne possédant une identité sexuelle masculine. On appelle androgyne une identité sexuelle qui comprend la même quantité d'attributs féminins et masculins. Enfin, il existe également des personnes qui n'utilisent ni attributs masculins ni attributs féminins pour se définir; ces personnes ont une identité sexuelle «indifférenciée» (Keller 1997, se référant à Bem 1978).

#### TIMSS

Les données de TIMSS indiquent que la part des filles possédant une identité sexuelle féminine augmente fortement entre la 6<sup>e</sup> et la 8<sup>e</sup> année scolaire et cette

augmentation correspond à une forte baisse de la proportion des filles dotées d'une identité sexuelle indifférenciée. En 8e année, près de la moitié des filles se décrivent ainsi en utilisant des attributs propres à une identité sexuelle féminine. Chez les garçons, les parts de ceux qui appartiennent aux différentes identités sexuelles ne changent pas au cours de ces trois mêmes années.

#### RÉSULTATS TIRÉS DE LA LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE

Beermann et al. citent une méta-analyse de Signorella et de Jamison (1986) qui porte sur septante-trois travaux. Les auteurs constatent que les femmes et les hommes qui se classent plutôt dans les rangs masculins présentent de meilleures compétences en mathématiques et en perception de l'espace (voir Beermann et al. 1992, 48).

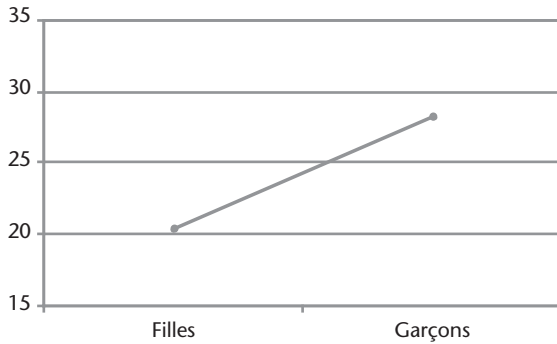
#### INTÉRÊT POUR LES MATHÉMATIQUES

Moser et al. (1997) relèvent (en se référant à Krapp 1997) que l'apprentissage doublé de l'intérêt pour une discipline favorise l'acquisition de connaissances plus vastes et mieux différenciées, ainsi que leur ancrage. Apprendre avec intérêt est perçu comme un processus agréable, au cours duquel il est facile de concentrer son attention sur la matière enseignée. Krapp a constaté qu'un intérêt marqué pour une discipline peut conduire à un niveau d'activation ou de vigilance optimal, à un sentiment de compétence, d'autonomie et d'autodétermination ainsi qu'à une perception positive de ses propres actions. L'intérêt peut également jouer un rôle central dans la combinaison des divers facteurs qui déterminent les différences liées aux sexes dans le domaine des compétences.

#### PISA

Dans l'étude PISA, l'intérêt pour les mathématiques a été mesuré sur la base de trois affirmations que les adolescents interrogés devaient approuver ou rejeter avec plus ou moins d'intensité. Voici deux exemples de ces déclarations: «Comme faire des mathématiques est agréable, je ne voudrais pas m'en passer» ou «Pour moi, personnellement, les mathématiques comptent beaucoup». L'étude PISA a mis au jour de grosses différences parmi les élèves de 9e année dans l'intérêt qu'ils portent aux mathématiques. Cet intérêt s'avère nettement moindre chez les filles que chez les garçons et la différence est sensiblement plus marquée que celle entre les compétences en mathématiques.

Fig. 4: Intérêt pour les mathématiques <sup>4</sup>



Source: Calculs des auteurs; données: OCDE-OFS/CDIP: Banque de données PISA, 2001

### TIMSS

Dans l'enquête menée auprès des adolescents de treize et de quatorze ans dans le cadre de l'étude TIMSS, l'intérêt pour les mathématiques a été évalué sur la base d'affirmations telles que «J'aime bien les mathématiques» ou «Les mathématiques me sont utiles». Les filles et les garçons interrogés ont dû placer ces affirmations sur une échelle allant d'un intérêt limité à un grand intérêt pour les mathématiques. Les résultats sont clairs: en Suisse allemande, les filles du secondaire I font état d'un intérêt significativement moindre pour les mathématiques que les garçons. La différence d'intérêt est par ailleurs nettement plus grande que la différence entre les performances obtenues dans cette discipline (Keller 1997, 144). Les grandes différences observées en Suisse sautent aux yeux lorsque l'on procède à une comparaison internationale.

Dans l'étude internationale menée auprès des élèves de terminale dans le secondaire II, l'intérêt pour les mathématiques a été mesuré sur la base d'une affirmation que les jeunes étaient priés d'approuver ou de rejeter avec plus ou moins d'intensité. Voici cette déclaration: «J'aime bien les mathématiques.» Contrairement aux résultats enregistrés dans la plupart des dix-neuf pays participant à cette étude comparative, les résultats suisses font état de différences statistiques importantes liées aux sexes. Ces différences d'intérêt demeurent néanmoins inférieures à celles de compétences observées dans le secondaire II, où ces dernières peuvent être qualifiées de moyennement grandes (Ramseier et al. 1999).

---

4 L'intérêt pour les mathématiques a été mesuré sur une échelle allant de 10 à 40, l'intérêt étant d'autant plus grand que la valeur indiquée augmente. La différence moyenne enregistrée entre les garçons et les filles est grande et statistiquement significative (grandeur de l'effet:  $d=0,6$ ).

L'intérêt pour les mathématiques a fait l'objet d'une étude plus approfondie dans les filières gymnasiales de Suisse allemande. Cette étude débouche sur des résultats similaires: les jeunes filles sur le point d'obtenir leur certificat de maturité manifestent un intérêt pour les mathématiques légèrement plus faible que les garçons. La même différence se retrouve dans les filières de tous les types de maturité.

#### **INTÉRÊT POUR UNE DISCIPLINE**

L'intérêt peut également se manifester par des préférences plus générales pour une certaine discipline ou dans le choix des options spécifiques. Un examen spécifique des données TIMSS pour la Suisse allemande montre que des préférences liées au sexe apparaissent pour certaines disciplines dès le secondaire I. Les filles tendent à préférer les langues aux mathématiques et aux sciences, à l'exception de la biologie. En effet, la biologie est la discipline préférée chez les filles après l'anglais. Dans l'étude TIMSS, la physique se situe sur le dernier échelon de l'échelle de popularité des disciplines chez les filles (Keller 1997). Ce constat a été confirmé par d'autres études, telle l'évaluation de la nouvelle filière gymnasiale dans le canton de Berne (Maurer & Ramseier 2001). Lors du choix des options spécifiques à l'entrée dans cette filière, la biologie et la chimie se classent au quatrième rang chez les filles, tandis que la physique et l'application des mathématiques occupent la dernière place. Dans le cadre de l'étude TIMSS, les garçons ont affirmé préférer les mathématiques, la chimie et la géographie. Pour eux, l'anglais se situe au quatrième rang et les deux autres langues, allemand et français, occupent l'avant-dernier ou le dernier rang.

#### **RÉSULTATS TIRÉS DE LA LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE**

Au cours de leur étude sur l'éducation mixte dans l'enseignement de la physique, Herzog et al. ont interrogé des élèves sur leur intérêt pour différentes disciplines scolaires. Aussi bien parmi les filles que parmi les garçons, la physique, la chimie et les mathématiques appartiennent aux disciplines les moins prisées. Les garçons interrogés font toutefois montre d'un intérêt significativement plus grand pour les mathématiques que les filles (voir Herzog et al. 1997, 57).

Ce classement des disciplines par préférence coïncide avec les résultats d'une autre étude réalisée en Suisse. Häuselmann, qui avait également interrogé les élèves du secondaire II sur leurs préférences, a constaté que les mathématiques n'occupent que la troisième place depuis le bas du classement (voir Häuselmann 1984, 60).

#### **CONFIANCE EN SOI OU IMAGE DE SOI EN MATHÉMATIQUES**

Selon Helmke (1992), la confiance en soi et l'image de soi dans une discipline donnée se fonde d'une part sur les performances scolaires de l'individu, qui se manifestent sous forme de notes. Elles dépendent d'autre part de stratégies éducatives et appréciatives (encouragements en cas d'échec ou explications causales valori-

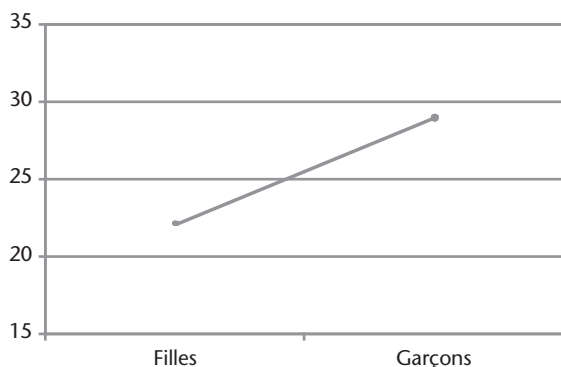
sant l'élève) ainsi que de l'évaluation et de l'appréciation par les enseignants, par les parents et par les amis.

## PISA

Par la notion d'image de soi, l'étude PISA comprend aussi bien des éléments cognitifs, telle la conscience d'être un individu apprenant, que des appréciations à caractère affectif, telles que l'estime de soi (voir ici Krapp 1997). L'étude distingue par ailleurs l'image de soi qu'ont les élèves dans différentes disciplines. L'image de soi en mathématiques a par exemple été évaluée sur la base d'affirmations du genre «Les mathématiques sont l'un de mes points forts» ou «J'ai toujours été bon(ne) en mathématiques».

Parmi les élèves de 9e année, les filles ont une image d'elles-mêmes nettement plus négative que les garçons. A l'instar du constat concernant l'intérêt pour les mathématiques, la différence entre filles et garçons dans l'image de soi est nettement plus grande que l'écart effectif lié aux sexes dans les compétences en mathématiques. Cet écart demeure en effet relativement faible.

Fig. 5: Image de soi en mathématiques <sup>5</sup>



Sources: Calculs des auteurs; données: OCDE-OFS/CDIP: Banque de données PISA, 2001

5 L'image de soi en mathématiques a été mesurée sur une échelle allant de 10 à 40, l'image étant d'autant plus positive que la valeur indiquée est élevée. La différence moyenne enregistrée entre les garçons et les filles est grande et statistiquement significative (grandeur de l'effet:  $d=0,6$ ).

## TIMSS

En évaluant la confiance en soi en mathématiques, l'étude TIMSS a cherché à mesurer un sentiment similaire à l'«image de soi en mathématiques» de l'étude PISA. La confiance en ses capacités a été définie comme l'appréciation de ses propres compétences sur la base de l'expérience individuelle. Les élèves étaient appelés à se prononcer sur des affirmations telles que «Je n'ai aucune peine en mathématiques» ou «Je suis bon(ne) en mathématiques». On observe ainsi que les filles du secondaire I (entre 13 et 14 ans) ont significativement moins confiance en elles-mêmes en mathématiques que les garçons. Cependant, comme dans le cas de l'intérêt pour les mathématiques, la différence entre filles et garçons est nettement moins perceptible au niveau des performances effectives (Keller 1997, 145). Même lorsque l'on compare des filles et des garçons possédant les mêmes compétences en mathématiques, la confiance en soi est nettement plus faible chez les filles que chez les garçons. Par ailleurs, avec l'âge et plus on avance dans la scolarité (6e à 8e années), la confiance des filles en elles-mêmes s'amenuise nettement. Enfin, la différence liée aux sexes dans le sentiment de confiance en soi est également plus grande en Suisse que dans la plupart des autres pays.

Dans l'étude internationale portant sur les jeunes en dernière année du secondaire II, la confiance en soi a été évaluée sur la base de l'affirmation suivante: «Normalement, je suis bon(ne) en mathématiques.» En Suisse, cette étude révèle une différence qui penche en faveur des jeunes hommes et qui est plus grande que dans les autres pays. Une analyse approfondie des classes gymnasiales terminales en Suisse allemande indique aussi que les jeunes filles ont moins confiance en elles-mêmes et la différence semble pratiquement identique dans tous les types de maturité (Ramseier et al. 1999).

## RÉSULTATS TIRÉS DE LA LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE

Nombre d'études considèrent la confiance en soi comme l'une des principales variables affectives (Meyer & Schatz Koehler 1990; Pajares & Miller 1994). Certaines, à l'instar de l'étude PISA (voir ci-dessus), utilisent la notion de «confiance en soi» dans une discipline donnée. Helmke (1992), cité dans Moser et al. (1995), a su résumer le rapport qui existe entre confiance en soi et niveau de compétence. D'après lui, une plus grande confiance en soi exerce une influence positive sur les compétences pour différentes raisons: premièrement, indépendamment des connaissances préalables et du niveau intellectuel, la confiance en soi favorise la concentration et l'effort (en particulier dans les travaux à domicile); deuxièmement, elle accroît la volonté d'entreprendre un effort d'apprentissage ainsi que l'engagement cognitif (en particulier en classe); et, troisièmement, elle offre, dans les situations critiques, une certaine protection contre le doute quant à sa propre capacité de réussir un exercice. Mais cela n'exclut aucunement l'absence possible d'influence réciproque entre confiance en soi et compétences. L'existence d'une telle interac-

tion dépend notamment de l'âge des élèves interrogés. La confiance en soi (ou l'image de soi dans une discipline donnée) peut exercer une influence plus grande sur les performances dans les situations d'apprentissage qui n'exigent guère de connaissances préalables que, par la suite, chez les élèves plus âgées, où ce sont plutôt les bonnes performances qui déterminent la confiance en soi (Zutavern & Brühwiler 2002).

Une récente étude sur les compétences des élèves de 3e année primaire dans le canton de Zurich constate toutefois qu'il existe, déjà à ce niveau-là, des «écarts d'une ampleur inattendue» entre la confiance que les filles et les garçons éprouvent en leurs propres compétences en mathématiques (Moser et al. 2002, 139 et 142). Se fondant sur leurs résultats, Moser et al. concluent notamment que «l'écart de confiance en soi entre les filles et les garçons rend l'apprentissage des mathématiques d'autant plus difficile pour les filles» (p. 139). De plus, même lorsqu'elles obtiennent les mêmes notes que les garçons en mathématiques, les filles n'en éprouvent pas moins une confiance en elles-mêmes nettement moindre (p. 140). Une étude allemande réalisée par Tiedemann et Faber parmi des élèves de 3e et de 4e années aboutit aux mêmes conclusions. Les auteurs relèvent en effet que les filles s'auto-évaluent moins bonnes en mathématiques que les garçons, même lorsqu'elles réalisent des performances objectivement identiques (Tiedemann & Faber 1995). Une étude menée parmi des élèves norvégiens de 6e année a également montré que les garçons possèdent une image d'eux-mêmes nettement meilleure en mathématiques que les filles. L'étude souligne par ailleurs que l'image de soi en mathématiques est davantage influencée par des performances antérieures chez les filles que chez les garçons. Les chercheurs s'accordent en général pour préconiser qu'il ne faut pas considérer le lien entre image de soi et compétences comme un rapport de cause à effet, mais plutôt comme une interaction réciproque (Manger & Eikeland 1998).

Comme l'a prouvé Horstkemper, le succès scolaire constitue une source essentielle de confiance en soi pour les deux sexes. Il apparaît toutefois que les garçons sont mieux à même d'intégrer leurs succès scolaires dans leur image de soi que les filles et qu'ils disposent de stratégies plus efficaces pour gérer leurs échecs (voir Horstkemper 1995, 63).

Nul ne conteste plus guère le fait qu'à l'adolescence les filles et les garçons n'éprouvent pas la même confiance en eux-mêmes en mathématiques (Leder 1990; Meyer & Schatz Koehler 1990; Flaake 1996; Jahnke-Klein 2001). La confiance en soi est en effet sensiblement plus grande chez les garçons que chez les filles. Les conclusions des différentes études ne coïncident toutefois pas pour ce qui est de savoir si cette différence dans l'image de soi engendre également des écarts au niveau des performances.



## CONSCIENCE DE SA PROPRE EFFICACITÉ

Nombre d'études qui tiennent compte de théories de la cognition sociale distinguent la notion d'image de soi et celle de la conscience de sa propre efficacité. Dans certains cas, cette dernière notion est définie de manière générale, mais on lui attribue plus souvent une définition très spécifique. Il est alors plus facile de la distinguer de l'image de soi. (En effet, définie de manière générale la conscience de sa propre efficacité recouvre presque parfaitement la définition générale de l'image de soi.)

En se référant à Bandura (1986), on peut comprendre la conscience de sa propre efficacité comme une appréciation en contexte de sa capacité à s'acquitter d'une tâche précise (Pajares & Miller 1994). Si l'image de soi peut être associée à une discipline ou à un thème (image de soi en mathématiques par ex.), elle ne peut se limiter à un seul exercice. Il s'agit donc d'une notion plus globale qui dépend moins du contexte donné.

Dans ses travaux, Bandura (1986) a attribué à la conscience de sa propre efficacité un rôle significatif, médiateur et déterminant pour ce qui est des mathématiques.

## PISA

En posant des questions relatives à la perception générale de sa propre efficacité, l'étude PISA évalue dans quelle mesure les apprenants sont convaincus de leur capacité à obtenir de bonnes performances (Zutavern & Brühwiler 2002). A cet effet, les élèves ont à nouveau été priés d'approuver avec plus ou moins de force des affirmations telles que «Je suis fort(e) dans la plupart des matières». L'approbation a été moins forte parmi les filles de 9e année. Elles se sentent donc significativement moins que les garçons capables de réaliser des bonnes performances. L'écart entre les deux sexes reste toutefois minime.

## RÉSULTATS TIRÉS DE LA LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE

La plupart des études qui se sont penchées sur le lien entre conscience de sa propre efficacité et compétence, font état d'une forte corrélation entre ces deux indicateurs. Les auteurs soulignent toutefois à maintes reprises que le lien entre la perception de sa capacité à résoudre un problème et les compétences doit être mesuré par rapport au problème posé et que les deux évaluations doivent être à peu près simultanées (Pajares & Miller 1994, 194).

Dans une analyse menée parmi des étudiantes et des étudiants américains, Pajares et Miller (1994) ont montré que le sexe n'exerce qu'une influence indirecte sur l'image de soi en mathématiques et sur les performances en mathématiques, au travers de la conscience de sa propre efficacité. Selon cette étude, c'est parce que les hommes sont plus sûrs de leurs capacités face à un problème mathématique

qu'ils ont une meilleure image d'eux-mêmes en mathématiques et qu'ils obtiennent de meilleures performances.

#### FORMES D'APPRENTISSAGE À CARACTÈRE COOPÉRATIF OU COMPÉTITIF

##### PISA

Dans le cadre de l'étude PISA, on a également cherché à savoir si les filles et les garçons de neuvième année en Suisse diffèrent par leur préférence pour une certaine forme d'apprentissage. Les jeunes interrogés ont été appelés à indiquer dans quelle mesure ils approuvent des affirmations telles que «J'aime travailler avec d'autres élèves» ou «J'aime essayer d'être meilleur que les autres élèves». Les résultats indiquent que les filles penchent plutôt pour la coopération et les garçons plutôt pour la compétition. Les écarts se révèlent toutefois plutôt faibles.

##### RÉSULTATS TIRÉS DE LA LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE

Selon l'étude de Jahnke-Klein (2001) visant à définir un enseignement en mathématiques porteur de sens aussi bien pour les filles que pour les garçons, les filles souhaiteraient pouvoir travailler en collaboration étroite avec les autres et à leur propre rythme, car les échanges avec les autres élèves leur assureraient une compréhension plus approfondie.

##### ATTRIBUTION CAUSALE DE LA RÉUSSITE ET DE L'ÉCHEC

La réussite et l'échec sont en général attribués à quatre facteurs différents: aptitudes, efforts, difficulté du problème et chance (Meyer & Schatz Koehler 1990, se référant à Weiner 1974). On peut classer ces quatre facteurs dans les dimensions «stabilité» et «lieu de contrôle» interne ou externe). Ces deux dimensions revêtent de l'importance car elles permettent de se faire une idée des performances qu'un individu sera capable d'obtenir à l'avenir: lorsqu'une élève met par exemple son échec sur le compte de son manque d'aptitude, elle n'espérera pas réussir à l'avenir, car l'aptitude compte parmi les caractéristiques stables.

##### RÉSULTATS TIRÉS DE LA LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE

De nombreuses études relèvent l'existence des corrélations suivantes: les filles attribuent leur réussite à leurs efforts, tandis que les garçons l'attribuent à leurs aptitudes. Les filles mettent davantage que les garçons les échecs sur le compte de mauvaises aptitudes ou sur la difficulté du problème. Ce modèle d'attribution tend à engendrer des déficits cognitifs, motivationnels et/ou émotionnels (Meyer & Schatz Koehler 1990; Beermann et al. 1992; Menacher 1994). Cependant, les résultats d'autres études contredisent ce constat. De telles contradictions sont principalement dues à la difficulté de mesurer des styles d'attribution causale (Fennema & Leder 1990, 192).

## UTILITÉ PERÇUE

Fennema et Sherman ont analysé en 1976 la détermination de l'utilité perçue des mathématiques. Les autrices ont intégré ce facteur dans leur concept des «Mathematics Attitude Scales» et établi qu'il existe un rapport moyennement fort entre ce facteur et les compétences en mathématiques (Fennema & Leder 1990; Pajares & Miller 1994).

### RÉSULTATS TIRÉS DE LA LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE

Selon Srocke, des études moins récentes menées tant en Allemagne qu'aux Etats-Unis montrent que les filles sont significativement moins nombreuses que les garçons à juger que l'acquisition de connaissances mathématiques joue un rôle important dans la réalisation de leurs aspirations. Cette attitude a évolué aux Etats-Unis dans les années quatre-vingt, probablement parce que l'orientation scolaire et professionnelle y a attiré l'attention sur l'importance et sur l'utilité des mathématiques dans la vie professionnelle (voir Srocke 1989, 135).

Une étude réalisée parmi des élèves de douze à treize ans en Australie (Leder 1990) a mis au jour des différences notables entre filles et garçons dans la perception des rôles sexuels par rapport aux mathématiques, de la confiance en ses propres capacités et dans l'utilité perçue des mathématiques. Selon ces résultats, les mathématiques apparaissent nettement moins utiles aux yeux des filles qu'aux yeux des garçons. Or, d'après Meyer et Schatz Koehler (1990), l'utilité perçue des mathématiques influe aussi bien sur l'intérêt pour les disciplines mathématiques que sur les performances en mathématiques.

## PEUR DE LA RÉUSSITE

Horner (1972) a été la première à introduire la peur de la réussite parmi les principaux facteurs qui déterminent les différences de motivation liées aux sexes. Horner distingue deux motifs à cette peur: premièrement, la perte de sa propre féminité et de l'estime de soi et, secondement, le rejet social provoqué par la réussite (Meyer & Schatz Koehler 1990).

### RÉSULTATS TIRÉS DE LA LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE

Tout comme la notion de stéréotype sexuel, la peur de la réussite ne suffit pas pour expliquer les écarts entre les sexes dans les compétences en mathématiques. En effet, comme pour les stéréotypes, l'importance de la peur de la réussite pourrait s'expliquer davantage par l'interaction avec d'autres attitudes ou idées.

On évoque souvent la peur de la réussite lorsque l'on analyse les différences entre les sexes au sein du groupe des élèves présentant des performances particulièrement élevées («high achievers»). La réussite dans certaines disciplines étant davantage associée à l'identité masculine qu'à l'identité féminine, la réussite d'une

femme dans ces disciplines, justement, peut avoir des conséquences négatives: rejet, culpabilité ou remise en doute de la féminité. Diverses études (Leder 1990, 20) ont confirmé l'hypothèse selon laquelle le succès en mathématiques – discipline relevant typiquement de la sphère masculine – fait naître une attitude ambivalente, voire de la peur, face à la réussite, notamment parmi les femmes les plus douées et les plus performantes.

### **APTITUDES VISUO-SPATIALES**

Il est difficile de donner une définition non ambiguë des aptitudes visuo-spatiales. Selon Tartre (1990), la distinction de deux catégories d'aptitudes s'est pourtant imposée dans la recherche: la visualisation spatiale et l'orientation spatiale. La visualisation spatiale désigne la capacité de manipuler mentalement un objet ou une portion d'objet. L'orientation spatiale se réfère à la capacité de considérer mentalement un objet sous différents angles et de déplacer mentalement son point de vue.

### **RÉSULTATS TIRÉS DE LA LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE**

Nombre d'études ont démontré qu'il existe des écarts entre les sexes pour ce qui est des aptitudes visuo-spatiales. A partir de la puberté, les garçons obtiennent en effet de meilleurs résultats que les filles dans certains tests. Il est tentant de mettre cet écart sur le compte de celui qui sépare les sexes dans les compétences en mathématiques. Cette tentative d'explication ne résiste toutefois pas à une analyse approfondie (Menacher 1994): il ne sert à rien de tester les aptitudes visuo-spatiales pour prédire les compétences en mathématiques. Selon Tartre (1990), ce genre de tests devrait plutôt être utilisé pour identifier, en général, des groupes d'élèves présentant certaines difficultés, par exemple le groupe de filles possédant des compétences verbales supérieures à la moyenne mais des aptitudes visuo-spatiales très faibles. Stanat et Kunter (2002) soulignent par ailleurs qu'un entraînement ciblé permet de remédier à la faiblesse des aptitudes des filles et des femmes dans le domaine visuo-spatial.

### **EXPÉRIENCES ANTÉRIEURES EN MATHÉMATIQUES**

L'expérience qu'un élève fait de ses propres compétences en mathématiques peut également être considérée comme l'un des facteurs qui déterminent les compétences ultérieures dans cette discipline. De nombreuses études indiquent cependant que les élèves sont alors davantage influencés par la perception qu'ils ou elles retiennent de leurs performances antérieures que par leurs performances effectives. Les expériences antérieures en mathématiques influent donc sur la perception de sa propre efficacité face à un problème ou sur l'image de soi dans une discipline donnée, qui sont tous deux des facteurs fortement liés aux compétences (Pajares & Miller 1994).

### STÉRÉOTYPES PARENTAUX / ATTENTES DES PARENTS

#### RÉSULTATS TIRÉS DE LA LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE

Les parents jouent un rôle essentiel tant pour ce qui est de classer les mathématiques, les sciences et les disciplines techniques dans le «domaine typiquement masculin» que pour ce qui est d'associer des aptitudes à ces domaines. Stöckli est parvenu à démontrer que les parents ont une appréciation différente du succès scolaire de leur enfant en fonction du sexe de ce dernier, bien qu'ils accordent toujours une grande importance au succès scolaire de leur enfant et estiment aussi beaucoup ses aptitudes. Après la première année d'école, les parents de filles tendent davantage que les parents de garçons à aligner leur appréciation personnelle sur les compétences effectives de l'enfant (exprimées au travers des notes scolaires). Les mères éprouaient des angoisses à la perspective de voir compromis le parcours scolaire de leur fils, tandis que ce sentiment était provoqué par la perspective de voir leurs filles réussir à l'école (Stöckli 1997, 53ss.). Dans ce contexte, Stöckli, mais aussi Beermann et al., renvoient à une étude relativement ancienne de Parsons et al. (1982) selon laquelle les parents peuvent inciter leurs enfants à adopter une attitude face aux mathématiques qui diffère selon le sexe, en leur transmettant leurs propres idées sur l'importance et sur l'utilité de la discipline. Les mères et les pères croient que les filles doivent faire plus d'efforts en mathématiques et qu'elles éprouvent de plus grandes difficultés d'apprentissage dans cette discipline que les garçons; ils considèrent aussi que les mathématiques sont plus importantes pour les garçons que pour les filles (voir Beermann et al. 1992, 58s.). Dans ce contexte, une étude réalisée en 1992 sur les objectifs éducationnels des femmes fournit aussi de précieuses informations: la compréhension de la technique, le savoir-faire manuel, les connaissances en informatique, l'ambition, l'intérêt pour la politique, la soif de savoir et l'indépendance de pensée ont une plus grande importance pour les garçons que pour les filles. A l'opposé, les femmes interrogées jugent que la gestion du ménage, les ouvrages, l'affection et la serviabilité comptent davantage pour les filles que pour les garçons (Faulstich-Wieland 1995, 98ss.; cité dans Jahnke-Klein 2001, 15).

A l'évidence, beaucoup de parents transmettent à leurs enfants une pré-expérience qui est conforme à leurs propres idées et qui diffère selon le sexe. Les parents tendent par exemple à donner davantage aux garçons qu'aux filles des jouets qui éveillent l'intérêt pour les mathématiques, pour les sciences et pour la technique et qui incitent et aident l'enfant à développer ses aptitudes dans ces disciplines (Beermann et al. 1992, 57).

## STÉRÉOTYPES DES ENSEIGNANTS / ATTENTES DES ENSEIGNANTS

Les stéréotypes des enseignants peuvent être définis comme des idées préconçues rigides et non adaptées à la personnalité individuelle de l'élève, qui peuvent influencer sur l'interaction de l'enseignant avec les élèves au titre de prédictions qui contribuent à leur propre réalisation (Brophy & Good 1976, cité dans Keller 1997). Dans l'enseignement, ces idées préconçues peuvent déterminer le comportement d'interaction avec les garçons et avec les filles, ce qui peut conduire les élèves à intérioriser les stéréotypes. Les attentes stéréotypées ne constituent des prédictions contribuant à leur propre accomplissement que lorsqu'elles sont immuables dans le temps, véhiculées par l'enseignant et «acceptées» par les élèves.

## TIMSS

Les données de l'enquête TIMSS montrent que les enseignants suisses associent fortement les mathématiques et la physique avec les domaines typiquement masculins. Les enseignants collent même des étiquettes sexuelles plus stéréotypées aux disciplines scolaires que ne le font les élèves eux-mêmes. De plus, l'attitude des maîtresses dans ce domaine ne diffère guère de celle des maîtres. Les attentes stéréotypées exprimées par les enseignants ont bénéficié du même degré de perception dans toutes les classes ayant participé à l'enquête TIMSS. Les filles ont perçu des attentes significativement moins positives de la part de l'enseignant que les garçons (la vérification statistique repose ici sur la confiance en soi et sur l'identité sexuelle) (Keller 1997).

## RÉSULTATS TIRÉS DE LA LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE

Les enseignants tendent à croire que les filles ont besoin de davantage de valorisation et qu'elles sont moins capables que les garçons de prendre des risques, de travailler de manière indépendante et de résoudre des problèmes mathématiques complexes (Leder 1990, 21). Fennema (1990) a constaté que les enseignants utilisent des expressions comme compétitivité, logique, répondre spontanément, plaisir à apprendre les mathématiques et travail autonome en mathématiques, avant tout pour qualifier les meilleurs garçons plutôt que pour tout autre groupe d'élèves.

Menacher a également observé que les enseignants accordent moins de valeur aux aptitudes des filles en mathématiques qu'à celles des garçons (voir Menacher 1994, 8). Après avoir étudié les écarts qui séparent les notes scolaires attribuées et l'appréciation des aptitudes par les enseignants chez les filles et chez les garçons, Stöckli conclut: tandis que notes et appréciation se recoupent assez précisément pour les garçons présentant de bonnes compétences en mathématiques, l'appréciation de l'aptitude de filles présentant les mêmes compétences est inférieure aux notes attribuées (voir Stöckli 1993, 62). Dans ce contexte, Moser et al. relèvent qu'une partie des enseignants considèrent l'«intelligence mathématique» comme une caractéristique invariable et que cette idée fausse leur perception de l'aptitude

des filles en mathématiques et les conduit à limiter les attentes qu'ils adressent aux filles (voir Moser et al. 2002, 142). Tiedemann a rencontré des attentes stéréotypées de ce genre parmi les enseignants de 3e et de 4e années en Allemagne. L'auteur souligne que les enseignants interrogés percevaient chez les filles de ces classes d'âge une image de soi moins positive en mathématiques. Ils ont attribué l'appréciation la moins favorable au groupe des filles ayant réalisé des performances médiocres en mathématiques. Ce groupe est le seul pour lequel ces enseignants ont osé exprimer un pronostic défavorable pour l'année scolaire suivante (Tiedemann 1995).

Des études se sont également penchées sur la manière dont les jeunes perçoivent les attentes différenciées selon les sexes telles qu'elles sont exprimées par les enseignants. Leder (1990) constate qu'avec le temps les performances en mathématiques des filles dépendent davantage de la manière dont ces performances sont perçues par autrui.

#### INTERACTIONS AVEC LES ENSEIGNANTS

Dans le cadre de l'enseignement, les interactions peuvent présenter différentes formes. L'une des plus fréquentes d'entre elles est l'interpellation de l'élève par l'enseignant. Cependant, les propositions d'aide, les encouragements et les sanctions de la part de l'enseignant, de même que les demandes d'aide et un comportement perturbateur de la part de l'élève peuvent également être considérés comme des interactions.

#### TIMSS

Une analyse de l'échantillon des élèves suisses ayant pris part à l'enquête TIMSS a montré que les filles sont moins sollicitées lors des leçons de mathématiques que les garçons. Cette différence varie cependant fortement d'une classe à l'autre de l'échantillon considéré (Keller 1997, 159), ce qui signifie qu'elle n'est pas répartie uniformément entre les différentes classes.

#### RÉSULTATS TIRÉS DE LA LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE

De nombreuses recherches menées aux Etats-Unis, en Grande-Bretagne et en Australie ont démontré que pendant les leçons de mathématiques les enseignants interagissent plus souvent avec les garçons qu'avec les filles (Meyer & Schatz Koehler 1990; Leder 1990). Cette observation peut s'expliquer par le fait que les enseignants perçoivent les garçons comme les élèves qui rencontrent le plus de difficultés.

Les écarts entre les sexes dans la fréquence globale des interactions (suscitées par les enseignants) se reflètent tendanciellement par la fréquence avec laquelle les filles et les garçons prennent l'initiative d'une interaction. Autrement dit, les filles

suscitent tendanciellement moins souvent l'interaction que les garçons pendant les leçons de mathématiques.

Dans le même temps, diverses études observent que les enseignants proposent plus souvent leur aide aux filles qu'aux garçons. En effet, puisqu'ils sous-estiment les compétences des filles, ils les jugent moins aptes à résoudre des problèmes de manière autonome et leur proposent plus rapidement leur aide (voir Jahnke-Klein 2001, 18). Cette attitude peut empêcher les filles d'élaborer elles-mêmes des solutions et tend ainsi à les défavoriser en situation de test. En conséquence, Leder (1990) constate que les filles qui interagissent moins avec l'enseignant (c'est-à-dire celles qui demandent moins d'aide ou qui en reçoivent moins) acquièrent de meilleures compétences en mathématiques.

Pour ce qui est de l'interaction au sens d'encouragement, Leder relève que dans le cas de problèmes mathématiques particulièrement difficiles les enseignants invitent et encouragent moins les filles que les garçons à travailler de manière indépendante et avec persévérance.

#### **STYLES D'ATTRIBUTION CAUSALE DES ENSEIGNANTS**

##### **RÉSULTATS TIRÉS DE LA LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE**

Un sondage réalisé parmi des enseignants du primaire (Fennema 1990) indique qu'à ce stade déjà les enseignants portent un regard différent sur les réussites et sur les échecs des filles et des garçons. Ils attribuent plus souvent la réussite des garçons en mathématiques à leurs aptitudes et la réussite des filles dans la même discipline à leurs efforts ou à leur zèle. Pour expliquer les échecs en mathématiques, ils estiment que l'absence d'aide de la part de l'enseignant est une cause plus plausible chez les garçons que chez les filles. Ces résultats sont d'autant plus intéressants que les performances en mathématiques ne présentent aucune différence liée aux sexes au niveau primaire.

#### **ORGANISATION DE L'ENSEIGNEMENT: ENSEIGNEMENT MIXTE**

##### **RÉSULTATS TIRÉS DE LA LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE**

Ces dernières années, les études les plus variées ont démontré que l'enseignement mixte désavantage les filles, en particulier pour l'apprentissage des mathématiques, des sciences et des disciplines techniques. En effet, la domination des garçons dans l'enseignement et l'attention, plus grande, que leur accordent les enseignants exercent une influence néfaste sur le développement de la confiance en elles-mêmes des filles (voir p. ex. à ce sujet Spender 1985; Enders-Dragässer & Fuchs 1989; Horstkemper 1995). «L'enseignement mixte n'a pas seulement une répercussion négative sur la confiance en soi chez les filles. Il semble contribuer éga-



lement à affermir les stéréotypes sexuels. La présence constante des deux sexes dans la classe crée un climat idéal pour la différenciation des rôles sexuels et à l'identification à un sexe, voire à l'attribution à ce sexe» (Jahnke-Klein 2001, 33). Au terme d'une enquête empirique récente sur la situation en Suisse, Elisabeth Grünewald-Huber conclut que l'école, en tant que principal lieu de socialisation, a jusqu'ici contribué à perpétuer la discrimination sexuelle, «dans la mesure où elle n'aborde pas le problème des relations sociales entre les sexes et qu'elle ne suscite pas la réflexion sur les modèles d'interactions qui se retrouvent également en classe» (Grünewald-Huber 1997, 291).

Malgré les critiques adressées à l'enseignement mixte, rares sont ceux qui plaident en faveur d'un retour à une séparation complète des sexes à l'école. Les spécialistes préconisent plutôt une suppression partielle ou temporaire de l'enseignement mixte pour certaines leçons (voir p. ex. CDIP 1993). Les cours d'introduction aux mathématiques et aux sciences pourraient ainsi être dispensés séparément pour que l'écart entre les connaissances préalables des élèves ne tourne pas au désavantage des filles (Kreienbaum & Metz-Göckel 1992, 48). D'aucuns souhaitent aussi réformer l'éducation mixte pour mettre en place un enseignement qui tienne compte des rapports sociaux entre les sexes et qui invite les élèves à s'interroger sur les hiérarchies et sur les stéréotypes sexuels, à considérer tout naturellement le point de vue des femmes et la culture féminine comme un élément de la matière enseignée et à développer leurs compétences individuelles ou sociales (voir Bildungskommission NRW 1995, 130ss.).

## **INFLUENCE DU GROUPE DES PAIRS**

### RÉSULTATS TIRÉS DE LA LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE

Diverses études (Leder 1990) ont montré que les garçons préfèrent des jeux actifs dans lesquels il s'agit de maîtriser des objets, tandis que les jeux des filles entraînent celles-ci à diriger des personnes et à maîtriser des relations humaines. A moult reprises, on a par ailleurs constaté que les garçons visent à acquérir d'excellentes compétences dans le domaine de l'expertise intellectuelle (auquel appartiennent les mathématiques) et des qualités de chef, tandis que les filles se concentrent sur des domaines qui exigent avant tout des compétences sociales. Les aspirations professionnelles des élèves montrent de plus que les compétences en mathématiques jouent un rôle nettement plus important dans la réalisation des ambitions des garçons. Les filles et les garçons se prenant les uns les autres pour modèles (à l'intérieur de chaque groupe de pairs), il en résulte un processus de «ségrégation sexuelle délibérée», dans la mesure où les filles ou les garçons qui ne se soumettent pas à la norme «établie» sont sanctionnés de manière subtile par leurs pairs.

### RÉSULTATS TIRÉS DE LA LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE

Dans le cadre de l'enquête TIMSS, dans laquelle les élèves allemand(e)s ont par exemple obtenu de moins bons résultats que les élèves japonais, on a tourné des vidéos dans les classes de différents pays. L'analyse de ces films révèle que l'enseignement dans les écoles allemandes est conçu de manière idéale et classique selon un modèle d'acquisition de connaissances centré sur la garantie de découvrir la solution à un problème ou sur la maîtrise d'une méthode de calcul. Derrière ce modèle d'enseignement, on identifie nettement une conception réceptive de l'enseignement-apprentissage (Jahnke-Klein 2001, 79). Selon cette conception, qui se caractérise par le rôle central de l'enseignement progressant par questions-réponses, les élèves absorbent passivement la matière enseignée et tentent ensuite d'imiter ce qu'on leur a montré. Le contenu est fractionné en petits éléments, abordés au fur et à mesure puis faisant l'objet d'exercices. Les élèves acquièrent ainsi à court terme des mécanismes superficiels et échouent dès que l'énoncé du problème diffère légèrement, car ils n'apprennent pas à adopter le comportement adéquat pour résoudre un problème (Wittmann 1994).

Au Japon, l'enseignement des mathématiques comprend au contraire la confrontation à différents types de solutions et de contextes pour favoriser l'acquisition progressive d'une compréhension des problèmes et les cours réservent une place suffisante aux activités individuelles des élèves. Un tel enseignement se fonde sur une conception constructiviste (Jahnke-Klein 2001, 79). Dans cette conception de l'enseignement, l'acquisition de connaissances est considérée comme une construction active par les apprenants. Les élèves se voient proposer des modules d'enseignement plus généreux, qui comprennent des contextes entiers et des problèmes de difficulté variable. La participation active des élèves assure un meilleur ancrage de la matière apprise dans la mémoire à long terme et les élèves apprennent davantage à aborder et à résoudre des problèmes de manière autonome. En surmontant des obstacles, ils renforcent leur confiance en soi (Wittmann 1994).

Selon Jahnke-Klein, l'enseignement progressant par questions-réponses ne répond pas aux besoins des filles pour les raisons suivantes: il ne différencie pas suffisamment la formation et ne tient pas compte des écarts entre les connaissances préalables des élèves de la classe; il engendre une fragmentation du contenu des matières enseignées; il est hostile à l'erreur; et il tend à favoriser la compétition plutôt que la coopération (voir Jahnke-Klein 2001, 224ss.).

Des études fondées sur des enregistrements vidéo dans les classes de Suisse alémanique à la suite de l'enquête TIMSS invitent à relativiser les appréciations trop optimistes de l'effet positif engendré par le recours à de nouvelles formes d'ensei-

gnement «élargies» sur l'intérêt pour une matière et sur l'image de soi. Ces études ont cependant prouvé que des travaux adaptés à chaque individu pouvaient accroître l'intérêt pour une matière et améliorer l'image de soi des élèves (Reusser et al. 2001).

### **Combinaison des différents facteurs**

#### **PISA**

Une analyse qui tient simultanément compte aussi bien de l'origine sociale et de la situation familiale que du sexe, de l'intérêt et de l'image de soi, peut révéler les interactions entre les différents facteurs, les variations de ces interactions, ainsi que leur influence sur les compétences. <sup>6</sup> Une telle analyse des données de PISA montre que l'image de soi en mathématiques constitue le facteur qui présente le rapport le plus significatif avec les performances en mathématiques. Dans ce cas, il convient sans doute de supposer que l'on se trouve face à un effet réciproque, voire à un effet inverse. En effet, dans des situations d'apprentissage où les connaissances préalables sont réduites, l'image de soi peut jouer un rôle plus important dans la réalisation de bonnes performances que par la suite, dans des degrés supérieurs, où ce sont les bonnes performances qui tendent plutôt à influencer sur l'image de soi (Zutavern & Brühwiler 2002).

Certes, un rapport significatif subsiste entre compétences en mathématiques et sexe, mais il apparaît encore plus ténu que lorsque l'analyse ne prend pas en compte l'image de soi. Autrement dit, une partie de l'influence liée au sexe provient d'une différence dans l'image de soi. Lorsque l'on compare des filles et des garçons qui ont une image d'eux-mêmes de valeur similaire, leurs compétences en mathématiques ne diffèrent plus aussi fortement.

Une forte corrélation existe également entre le capital culturel de la famille et la langue parlée à la maison, d'une part, et les compétences des adolescents en mathématiques, d'autre part. Par ailleurs, le statut professionnel du père ou de la mère, le niveau de formation du père ou de la mère, le statut d'immigration de la famille et le revenu du ménage exercent un effet significatif, plutôt faible cependant (et en ordre décroissant) sur ces compétences.

Outre le sexe, la préférence pour des formes d'apprentissage fondées sur la compétition et la conviction de pouvoir contrôler ses propres performances présentent

---

6 L'annexe en page 116 comprend un tableau qui illustre les résultats décrits ici.

une corrélation relativement forte avec une image de soi positive en mathématiques. Il existe aussi un rapport entre ces trois facteurs et l'intérêt pour les mathématiques, qui n'exerce à lui seul pas un effet notable sur les performances. La préférence pour certaines formes d'apprentissage revêt une importance d'autant plus grande que les garçons déclarent apprécier bien plus que les filles les formes d'apprentissage de style compétitif.

La conviction d'être en mesure de réaliser de bonnes performances dépend également d'une image de soi positive en mathématiques. Ce résultat recoupe parfaitement ceux d'études qui constatent l'écart entre les sexes décrit ci-devant: les filles sont significativement moins convaincues que les garçons d'être à même de fournir un bon travail en général.

Une image de soi positive et, tout particulièrement, un grand intérêt pour les mathématiques sont associés à la volonté d'apprendre et à la persévérance en cours d'apprentissage. Relevons aussi que les adolescents dont les parents se situent à un niveau inférieur sur l'échelle des professions, ont une meilleure image d'eux-mêmes en mathématiques (bien que leurs performances soient inférieures).

Par ailleurs, les adolescents issus de familles immigrées se déclarent davantage attirés par les mathématiques que les adolescents de familles indigènes (mais leurs résultats aux tests sont moins bons). Il est probable que ces dynamiques affaiblissent la corrélation qui existe entre image de soi ou intérêt et compétences.

### **TIMSS**

Les effets des variables prises en compte par l'étude TIMSS sur les compétences en mathématiques ont également été examinées au moyen d'un modèle qui reprend la combinaison de tous les facteurs observés.<sup>7</sup> On a ainsi vérifié le rapport qui existe entre le degré scolaire, le type d'école et l'origine sociale d'une part et les compétences d'autre part, afin d'éviter toute distorsion des autres facteurs. Une attention particulière a cependant été accordée aux facteurs internes et externes décrits plus haut. Les résultats permettent de conclure que les élèves, filles ou garçons, qui ont davantage confiance en eux et qui associent davantage les mathématiques avec leur sexe, réalisent de meilleures performances en mathématiques. Ici encore, il importe de souligner que cette corrélation peut être réciproque.

---

7 Keller (1997) mentionne les données chiffrées des corrélations décrites ici.

La confiance des filles en elles-mêmes dépend également du lien qu'elles établissent entre les mathématiques et leur sexe. De l'étude TIMSS il ressort ainsi que les filles dotées d'une identité sexuelle androgyne ou masculine éprouvent une plus grande confiance en elles-mêmes que celles possédant une identité sexuelle féminine ou indifférenciée. (L'androgyne désigne la conjonction d'attributs masculins et féminins au sein d'une même personne.)

L'analyse révèle que plus les filles associent les mathématiques à leur sexe, plus elles s'intéressent à cette discipline. De même, l'existence d'une identité sexuelle androgyne ou masculine chez les filles semble exercer une influence positive sur leur intérêt pour les mathématiques.

Les filles qui perçoivent des attentes positives de la part de l'enseignant ont davantage confiance en elles-mêmes et s'intéressent aussi davantage aux mathématiques. Au contraire, lorsque l'enseignant classe les mathématiques dans les domaines masculins, son attitude stéréotypée a un effet néfaste sur la confiance des filles en elles-mêmes (sans altérer toutefois leur intérêt pour les mathématiques).

Les résultats de l'enquête TIMSS montrent par ailleurs que les filles qui fréquentent des types d'école aux exigences élargies et dans les dernières années de la scolarité associent moins les mathématiques au sexe féminin. Il existe aussi une corrélation entre le fait que les enseignants classent les mathématiques parmi les stéréotypes masculins et celui que les filles associent peu les mathématiques avec leur propre sexe. Lorsque l'enseignant adresse au contraire des attentes positives aux filles, celles-ci associent davantage les mathématiques avec le sexe féminin.

---

## 2 – Résultats de recherches sur les compétences en sciences

### Les compétences des filles et des garçons en sciences diffèrent-elles vraiment?

#### *PISA*

L'étude PISA s'est attachée à évaluer les notions fondamentales en sciences et non pas le savoir scolaire acquis dans cette discipline. Les programmes d'études n'ont donc pas été pris en compte dans la préparation des tests, dont la réussite exige les capacités suivantes (par ordre de difficulté croissant): connaissances simples ou générales en sciences; utilisation de notions et de questionnements scientifiques et de notions fondamentales sur les recherches; recours à des notions scientifiques complexes ou à des suites d'arguments logiques; connaissance de modèles conceptuels élémentaires ou d'analyses offrant des perspectives différentes (OFS/CDIP 2002).

Chez les élèves suisses de neuvième année, la différence liée aux sexes dans les compétences en sciences est très petite (elle est même statistiquement non significative sur le plan international). Les garçons réalisent toutefois des performances légèrement supérieures à celles des filles. Le classement des adolescents dans différents niveaux de compétence ne révèle pas d'écart lié aux sexes: ni filles ni garçons ne sont plus nombreux parmi les «meilleurs élèves» (les 20% qui obtiennent les meilleures performances) ni parmi les «plus faibles» (les 20% dont les performances sont les plus faibles).

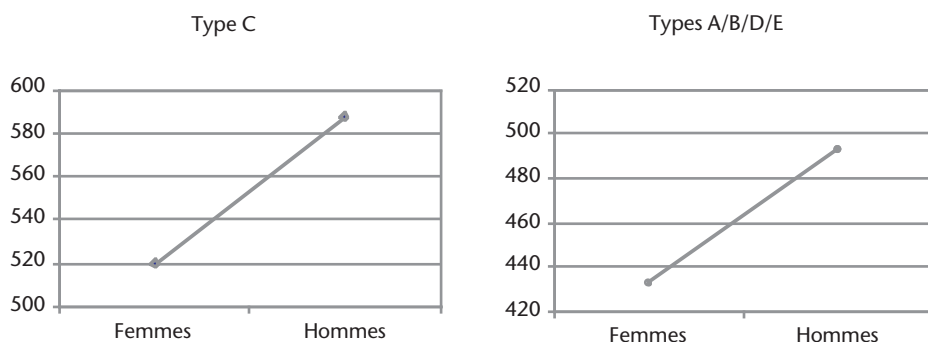
### **TIMSS**

A l'instar des tests en mathématiques, on peut subdiviser en deux types les tests utilisés dans l'étude TIMSS pour évaluer les compétences en sciences. Les tests visaient d'une part à évaluer ce que l'on appelle les notions scientifiques fondamentales. Ces tests comprenaient des questions en sciences de la terre / géographie, en biologie, en physique, en chimie, en environnement, ainsi que dans diverses autres branches (Moser et al. 1997). Chez les élèves du secondaire II, l'étude souhaitait évaluer non seulement les notions scientifiques fondamentales, mais aussi les connaissances de physique au niveau gymnasial. Il s'agissait ainsi de pouvoir comparer le savoir transmis dans les filières préparant à des formations supérieures en sciences. Ces tests plus ciblés étaient conçus sur la base des programmes d'études des pays prenant part à l'étude.

Dans la plupart des pays, l'étude TIMSS a identifié une avance significative des garçons sur les filles dans les compétences en sciences. En Suisse, les garçons des trois années du secondaire I (6e, 7e et 8e années) obtiennent des résultats significativement meilleurs que les filles. Une différence liée aux sexes existe aussi au terme du secondaire II. A ce niveau, les différences entre les compétences dans les notions scientifiques fondamentales sont légèrement plus grandes que pour ce qui est des notions mathématiques fondamentales. Elles ne varient cependant pas avec le type d'école.

En physique de niveau gymnasial, les différences liées aux sexes sont très grandes au terme du secondaire II, plus grandes encore que celles observées en mathématiques. Seuls deux autres pays ayant participé à l'enquête TIMSS présentent des écarts aussi larges voire, plus larges encore (République tchèque et Slovaquie). Dans la filière préparant à la maturité de type C, les différences sont similaires à celles observées dans les autres types de maturités; elles se situent à un niveau légèrement différent.

Fig. 6: Compétences en physique au terme du secondaire II <sup>8</sup>



Source: Ramseier et al. 1999

### **Résultats tirés de la littérature spécialisée**

Selon Kotte (1992), on peut observer des différences liées aux sexes dans les compétences en biologie, en chimie et en physique dès l'âge de dix ans. Les écarts semblent ensuite se creuser au fil des ans et sont les plus marqués parmi les élèves de dernière année des écoles à plein-temps du secondaire II. Même si la biologie bénéficie d'un plus grand attrait parmi les filles que les deux autres disciplines, elle présente, elle aussi, des différences défavorables aux filles. Une étude menée dans dix pays a montré que c'est en physique que les écarts entre les compétences sont les plus grands.

### **Facteurs influant sur les compétences des filles et des garçons en sciences**

Comme pour les compétences en mathématiques, nous examinons ci-après l'influence de différents facteurs internes et externes sur les compétences en sciences. L'étude PISA n'ayant pas recensé de facteurs influant sur les acquis en sciences, nous devons, dans ce chapitre, nous passer de données provenant de cette étude. Dans la mesure du possible, nous présentons toutefois les résultats de l'étude TIMSS et ceux d'autres recherches publiées.

---

8 Dans l'enquête TIMSS, les compétences en physique au niveau gymnasial ont été mesurées sur une échelle allant de 200 à 800 points. Les différences moyennes entre garçons et filles dans la filière C et dans les filières A, B, D et E sont grandes et statistiquement significatives (grandeur de l'effet:  $d=0,98$  et  $d=0,90$ ).

## **Facteurs internes**

### **STÉRÉOTYPES**

#### RÉSULTATS TIRÉS DE LA LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE

A l'instar des mathématiques, les disciplines scientifiques «dures» (physique et chimie) sont classées parmi les stéréotypes masculins. En recourant à la technique du différentiateur sémantique, Herzog et al. ont pu prouver que les élèves associent des connotations très similaires aux termes «physique» et «homme». Dans leur étude, la «physique» est mise en relation avec des qualificatifs tels que «fort», «actif», «réfléchi», «ordonné», «réaliste», «droit» et «solide» (voir Herzog et al. 1997, 53). Ils sont également parvenus à montrer que la corrélation entre les connotations associées à «physique» et à «homme» est nettement plus grande chez les garçons que chez les filles (ibid., 54). Une étude antérieure, réalisée en Grande-Bretagne et fréquemment citée, a débouché sur des résultats similaires.

### **IDENTITÉ SEXUELLE**

#### RÉSULTATS TIRÉS DE LA LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE

Pour Herzog et al., qui se réfèrent en cela à Lightbody et Durndell (1996), si la physique ne correspond pas à l'identité féminine, c'est principalement parce que «les caractéristiques masculines de la physique sont mises en rapport avec des perspectives professionnelles qui n'offrent guère la possibilité aux femmes de réaliser leur aspiration consistant à allier activité professionnelle et vie familiale» (Herzog et al. 1997, 69).

### **INTÉRÊT**

#### TIMSS: PRÉFÉRENCES POUR CERTAINES DISCIPLINES

L'évaluation de l'attrait des mathématiques a mis en évidence que des différences liées aux sexes apparaissent dès le secondaire I dans les préférences des élèves pour certaines disciplines. L'analyse des données recueillies en Suisse allemande pour l'étude TIMSS a montré que les filles préfèrent les langues aux mathématiques et aux sciences, à la seule exception de la biologie. En effet, la biologie se classe au deuxième rang parmi les préférences des filles, après l'anglais, alors que la physique occupe le dernier rang de ce classement. Une première évaluation de la nouvelle filière gymnasiale dans le canton de Berne (Maurer & Ramseier 2001) a montré que, lors du choix des options spécifiques, la biologie et la chimie viennent en quatrième position chez les filles, tandis que la physique et l'application des mathématiques occupent les dernières places.



#### RÉSULTATS TIRÉS DE LA LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE

L'analyse de deux études différentes (1970/1971 et 1983/1984) portant sur dix pays, a pu démontrer que les garçons s'intéressent davantage aux sciences que les filles (Kotte 1992, 247).

Selon Hoffmann et Lehrke (1986), les filles s'intéressent nettement moins que les garçons à la plupart des domaines de la physique avant de parvenir au degré où débute l'enseignement de cette discipline. Les seuls domaines à faire exception comprennent l'acoustique, l'optique et la physique nucléaire. Ce constat a été confirmé par Herzog et al. (1997, 57). Se fondant sur une vaste étude consacrée à l'évolution de l'intérêt que les élèves portent à l'enseignement de la physique, Hoffmann et al. ont observé que cet intérêt diminue au fil de la carrière scolaire, la diminution étant plus marquée chez les filles que chez les garçons (résumé selon Hoffmann 2002, 448ss.). Ce déficit d'intérêt ou cet amenuisement de l'intérêt concerne moins (parmi les filles) la biologie (qu'elle constitue une discipline à part entière ou une discipline partielle dans l'enseignement intégré des sciences); mais la même évolution est observée pour la chimie (discipline à part entière ou discipline partielle dans l'enseignement intégrée des sciences).

Selon Hoffmann, Häussler et Peters-Haft (1997, 20), les domaines qui suscitent le plus d'intérêt sont l'astrophysique, l'informatique, l'étude du vol et l'électronique (garçons) et la physique nucléaire (filles), puis plus tard la technique des communications (garçons) et la radioactivité et l'énergie nucléaire (filles). Selon les mêmes auteurs, les filles s'intéressent relativement beaucoup aux phénomènes naturels et à ceux qui font appel à la perception des sens. A leurs yeux, le rapport avec l'être humain, les implications sociales et l'application pratique revêtent une grande importance, de sorte que la biologie humaine, les applications médicales ou les phénomènes naturels pourraient susciter l'intérêt des filles pour l'étude des notions de physique (ibid.). Dans leur étude, Herzog et al. (1997, 59) ont également pu démontrer que les phénomènes naturels impressionnent fortement les adolescents interrogés, l'intérêt étant plus grand parmi les filles que parmi les garçons. Les mêmes différences d'intérêt pour les matières enseignées se retrouvent en chimie (Wienekamp 1990, 135).

#### CONFIANCE EN SOI / IMAGE DE SOI

#### RÉSULTATS TIRÉS DE LA LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE

L'intérêt pour l'enseignement de la physique est étroitement lié à la perception de soi dans ce domaine, c'est-à-dire au sentiment que les élèves ont de leurs propres compétences dans cette discipline (Hoffmann 2002; Hannover 1998). En ce qui concerne leurs compétences et leurs performances en physique, les filles les évaluent nettement plus faibles que les garçons et cette auto-évaluation se dégrade en-

core entre la 7e et la 10e années scolaires (Hoffmann, Häussler & Peters-Haft 1997, 24). Le même phénomène a d'ailleurs été observé pour l'enseignement de la chimie (Wienekamp 1990, 123). En se référant à l'enquête TIMSS en Allemagne, Baumert et Lehmann (1997, 137) constatent que les filles s'estiment moins compétentes que les garçons même lorsqu'elles obtiennent des performances identiques, tandis que les garçons surestiment leurs compétences avec optimisme. Or Helmke a pu constater qu'une légère surestimation de ses compétences exerce à long terme une influence positive sur le développement cognitif et affectif de l'élève, tandis qu'une sous-estimation doit être considérée comme un facteur de risque (Helmke 1994; cité dans Hoffmann 2002, 453). D'après Baumert, Evans et Geiser, les différences au niveau des expériences personnelles et de l'image de soi permettent d'expliquer l'écart constaté en matière de connaissances scientifiques et de la capacité à résoudre des problèmes techniques. Les filles ont une image d'elles-mêmes moins positive et tendent à attribuer leurs échecs à un manque d'aptitudes techniques. Des jeunes femmes possédant des connaissances en sciences largement supérieures à la moyenne sont deux fois plus nombreuses que les jeunes hommes à juger qu'elles ne possèdent pas des capacités suffisantes pour étudier les sciences (voir Hoffmann, Häussler & Peters-Haft 1997, 24).

#### **ATTRIBUTION CAUSALE DE LA RÉUSSITE ET DE L'ÉCHEC**

##### **RÉSULTATS TIRÉS DE LA LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE**

Selon Wienekamp, les filles sont deux fois plus nombreuses que les garçons à mettre leur réussite en chimie sur le compte de leur travail et sur leur persévérance, tandis que les garçons sont deux fois plus nombreux que les filles à expliquer leur réussite par leurs aptitudes individuelles (Wienekamp 1990, 124ss.).

#### **UTILITÉ PERÇUE**

##### **RÉSULTATS TIRÉS DE LA LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE**

Deux études internationales portant sur dix pays (1970/1971 et 1983/1984; citées par Kotte, 1992) rapportent que les garçons perçoivent davantage l'utilité des sciences que les filles. Les garçons se sont également déclarés davantage intéressés que les filles à faire carrière dans un domaine scientifique. Entre 1970 et 1984, cette attitude a toutefois évolué: lors de l'étude la plus récente, les filles ont été plus nombreuses qu'en 1970 à s'intéresser à une carrière dans un tel domaine. Kotte émet plusieurs hypothèses pour expliquer cette évolution: d'une part, les filles sont davantage encouragées par leurs parents, par leurs pairs et par les enseignants; d'autre part, la possibilité de mener une activité professionnelle s'est améliorée.

Hannover et Bettge supposent que les filles ont une attitude plus négative envers les professions à caractère scientifique car elles pensent que ces métiers exigent des

formations plus longues et qu'il est particulièrement difficile de concilier activité professionnelle et vie familiale dans ces domaines (Hannover & Bettge 1993, 31ss.) (voir chap. 6).

Dans un sondage mené auprès de gymnasiens et de gymnasiennes, Hannover a analysé les variables psychologiques explicatives du choix des études et de la profession. Elle a découvert que les jeunes filles pensent, davantage que les jeunes gens, que le choix d'études et d'un métier ayant trait aux sciences ou à la technique engendrera des conséquences négatives, notamment parce qu'elles estiment qu'elles n'ont guère de perspectives professionnelles dans ces domaines. Par ailleurs, les jeunes filles s'attendent aussi moins à ce que leurs personnes de leur entourage (et dont l'avis compte pour elles) réagissent de manière positive face à un tel choix. Le fait de posséder une certaine expérience pratique de problèmes techniques exerce au contraire, à l'instar d'une auto-évaluation positive des compétences en mathématiques, une influence positive sur l'attitude des garçons et des filles (Hannover 1991).

Pour ce qui est de l'enseignement de la physique, Nair et Majetich (1995) soulignent que l'utilité pratique apparaît plus importante aux yeux des filles qu'aux yeux des garçons. Ceux-ci sont moins gênés par l'idée de considérer la physique comme un exercice mathématique dont le côté pratique n'apparaît pas d'emblée (Nair & Majetich 1995, 34).

## LES SCIENCES AU QUOTIDIEN ET LES ACTIVITÉS PENDANT LES LOISIRS

### RÉSULTATS TIRÉS DE LA LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE

Herzog et al. (1998) ont démontré que filles et garçons font relativement peu d'expériences à travers les médias en physique et dans les domaines techniques ainsi que peu d'expériences pratiques avec des appareils techniques et avec des jeux de construction. Dans ces deux domaines, les résultats des filles sont nettement inférieurs à ceux des garçons. Hoffmann, Häussler et Peters-Haft constatent également que les filles ont nettement moins d'expérience dans le bricolage, dans le maniement d'outils et dans l'utilisation de jouets techniques et qu'elles s'intéressent moins aux informations relatives à la technique et à la physique qui sont diffusées à la télévision, à la radio, dans les livres ou dans les journaux (Hoffmann, Häussler & Peters-Haft 1997). Kreienbaum et Metz-Göckel pensent que les jeux et les jouets déterminent en grande partie les compétences techniques ultérieures de tout individu. Les jeux de construction, auxquels les garçons ont plus souvent accès que les filles, peuvent par exemple développer la capacité d'abstraction et de représentation spatiale, ainsi qu'exercer les capacités à mener à bien des opérations qui doivent être effectués dans un ordre logique et avec précision (Kreienbaum & Metz-Göckel 1992, 30s.).

Pour résumer, Herzog et al. parviennent à la conclusion suivante: «On peut citer deux causes aux problèmes que rencontrent les filles dans le cadre de l'enseignement mixte: premièrement, en raison de leur sexe, elles font moins d'expériences susceptibles d'éveiller ou de renforcer leur intérêt pour la physique; secondement, les stéréotypes associés au sexe féminin placent les filles devant un dilemme, un véritable conflit intérieur face à la physique. Dans les deux cas, le problème n'est pas d'origine cognitive, mais motivationnelle» (Herzog et al. 1998, 9).

### **Facteurs externes**

#### **STÉRÉOTYPES PARENTAUX / ATTENTES DES PARENTS**

##### RÉSULTATS TIRÉS DE LA LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE

Herzog et al. (1997) ont constaté que les parents exercent une influence étonnamment forte dans ce domaine et que cette influence perdure jusqu'à 16 voire 17 ans. Les adolescents dont les parents jugent que la physique est une branche importante et qui font confiance aux aptitudes de leurs enfants en physique, ont formulé des attentes positives à l'égard de l'enseignement de la physique et ont aussi réalisé de meilleures performances dans cette discipline (Labudde 1999a, 9).

Se fondant sur des études réalisées dans les années quatre-vingt, Hannover et Bettge ont montré que les parents définissent en particulier les normes que les adolescents adoptent pour fixer leurs grands objectifs et envisager leur avenir à long terme (par ex. le niveau d'aspiration professionnel) et que les jeunes filles en tiennent davantage compte que les garçons (Hoffmann & Bettge 1993, 13). Les deux chercheuses ont pu montrer que les jeunes filles s'attendent moins que les garçons à ce que les principales personnes de leur entourage accordent de la reconnaissance sociale au choix d'un métier à caractère scientifique ou technique. À l'inverse, les jeunes filles tendront à opter pour un tel métier si elles pensent que leur mère et leur père apprécieront ce choix (ibid., 29).

#### **STÉRÉOTYPES DES ENSEIGNANTS / ATTENTES DES ENSEIGNANTS**

##### RÉSULTATS TIRÉS DE LA LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE

Se référant à Spear, Hoffmann, Häussler et Peters-Haft relèvent que les enseignants estiment que les garçons sont en moyenne plus doués pour les disciplines scientifiques que les filles, même lorsque les travaux des garçons et des filles sont de valeur identique. Ils jugent aussi que les garçons s'intéressent davantage aux sciences et ont une attitude plus positive. Les enseignants pensent de plus que la formation technique revêt moins d'importance pour l'avenir des filles (Hoffmann, Häussler & Peters-Haft 1997, 26). Pour autant qu'ils admettent que les jeunes filles exerceront une activité professionnelle, ils les imaginent avant tout dans des mé-

tiers typiquement féminins (ibid., 27). Conformément à ces stéréotypes, les enseignants attendent des garçons des performances supérieures dans les disciplines scientifiques (ibid., 28).

#### **INTERACTIONS AVEC LES ENSEIGNANTS**

##### **RÉSULTATS TIRÉS DE LA LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE**

Sur la base des résultats de travaux antérieurs, Herzog et al. constatent que c'est surtout pendant les cours de sciences et de mathématiques que les enseignants interagissent moins souvent et moins intensément avec les filles qu'avec les garçons. En comparaison avec les enseignants de langues, les personnes qui enseignent la physique et la chimie déclarent aider et conseiller davantage les garçons que les filles et attendre plus longtemps avant de louer ou de blâmer les garçons (Herzog et al. 1997, 17).

En observant le déroulement de cours dans des classes gymnasiales, Wienekamp a pu montrer que les enseignants de chimie interrogent, félicitent et encouragent plus souvent (1,5 fois) les garçons que les filles. Elle constate toutefois aussi que les garçons sont plus sûrs d'eux-mêmes et qu'ils interviennent deux fois plus souvent que les filles lors des leçons de chimie (Wienekamp 1990, 152).

#### **STYLE D'ATTRIBUTION CAUSALE DES ENSEIGNANTS**

##### **RÉSULTATS TIRÉS DE LA LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE**

Les enseignants attribuent de bonnes performances en physique et en chimie davantage aux aptitudes chez les garçons et à l'application et au soin chez les filles (Hoffmann, Häussler & Peters-Haft 1997, 26).

#### **ORGANISATION DE L'ENSEIGNEMENT: ENSEIGNEMENT MIXTE**

##### **RÉSULTATS TIRÉS DE LA LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE**

Reprenant les résultats de recherches en éducation, Herzog et al. constatent que le passage à l'enseignement mixte n'a pas facilité l'accès des filles aux disciplines telles que les mathématiques, la physique et la chimie, mais l'a au contraire rendu plus difficile (Herzog et al. 1998). Les recherches en question, consacrées à l'enseignement, ont été lancées parce que l'on avait constaté que la plupart des filles qui réalisaient de bonnes performances en mathématiques et en sciences étaient issues d'écoles ou de classes réservées aux filles (Hoffmann, Häussler & Peters-Haft 1997, 26).

## INFLUENCE DU GROUPE DES PAIRS

### RÉSULTATS TIRÉS DE LA LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE

Hannover et Bettge ont pu montrer que l'avis des contemporains ou des pairs vient en deuxième place seulement dans les facteurs qui influent sur le choix professionnel des jeunes filles. Au sein de ce groupe, l'ordre d'importance s'établit comme suit: la meilleure amie, les autres jeunes filles de la classe puis le reste des camarades de classe. Dans cette étude, les jeunes filles tendaient à opter pour un métier à caractère scientifique ou technique lorsqu'elles pensaient que ce choix allait être approuvé par leurs camarades de classe (Hannover & Bettge 1993, 29s.).

## ORGANISATION DE L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES

### RÉSULTATS TIRÉS DE LA LITTÉRATURE SPÉCIALISÉE

Lors d'un sondage mené parmi des gymnasiennes et des gymnasiens, Kubli (1998) a décrit différentes formes d'apprentissage et d'enseignement de la physique. Il s'agissait en particulier de confronter, d'une part, un enseignement qui s'inscrit dans le cadre de récits historiques et de débats sur des théories scientifiques et, d'autre part, un enseignement de la «physique pure sans fioritures» (Kubli 1998, 54). Le sondage amène l'auteur à conclure qu'au fil du temps, les filles et les garçons évoluent dans des directions diamétralement opposées. Au début de l'enseignement de la physique, les filles s'intéressent davantage aux digressions historiques et culturelles. Toutefois, plus le temps passe, plus cet intérêt s'estompe, de sorte que plus les filles ont étudié la physique plus elles préfèrent la «physique pure sans fioritures».

A l'inverse, les garçons s'intéressent peu à l'histoire de la physique au début de l'enseignement mais, avec le temps, ils souhaitent en apprendre plus sur le contexte historique et culturel de la matière enseignée. Kubli explique qu'au début les filles se fient moins que les garçons à leur capacité de comprendre les modes de pensée de la physique. Elles se tournent donc davantage vers un enseignement «historique» ou «contextuel», espérant qu'il va grandement leur faciliter l'apprentissage. L'atténuation de cette attente avec le temps résulte peut-être d'un certain sentiment de désillusion. Mais on pourrait tout aussi bien l'expliquer par le fait que la peur de l'inconnu s'estompe (Kubli 1998, 55). Quelle que soit l'explication retenue, Kubli plaide en faveur de l'introduction de récits historiques à tous les stades de l'enseignement de la physique. Il souligne en effet que la légitimité de la didactique narrative est établie sur le plan de la théorie scientifique et qu'elle a fait ses preuves tant du point de vue de la psychologie cognitive que de la psychologie du développement (Kubli 1998, 147).

Labudde constate que l'enseignement traditionnel de la physique est unilatéral car il s'oriente sur une compréhension préalable typiquement masculine. L'auteur

soutient dès lors l'idée selon laquelle un enseignement constructiviste pourrait largement contribuer à accroître l'intérêt des filles pour la physique, leur attitude face à cette discipline ainsi que leurs performances dans cette discipline (Labudde 1999b, 156).

### **Combinaison des différents facteurs**

Nous partons de l'hypothèse que la combinaison des facteurs mentionnés ci-dessus sur les compétences des filles en sciences ne se distingue pas fondamentalement de la combinaison décrite pour les mathématiques et renvoyons donc le lecteur au chapitre 1 du présent rapport.

---

## **3 – Mesures destinées à promouvoir les compétences des filles (et des garçons) en mathématiques et en sciences**

Nous présentons ci-après des mesures qui nous paraissent à même de promouvoir la confiance en soi et la réussite scolaire des filles en mathématiques et en sciences.

La liste que nous donnons ici ne prétend nullement à l'exhaustivité. Elle veut au contraire fournir des exemples des différentes approches élaborées en Suisse, mais en particulier à l'étranger, et dont certaines ont déjà été soumises à des tests permettant de déterminer comment les appliquer avec efficacité et poursuivre leur développement. Ces mesures visent d'une part à sensibiliser les éducateurs et les enseignants à cette problématique et d'autre part à concevoir l'enseignement des mathématiques et des sciences en respectant davantage l'égalité des chances.

### **Sensibiliser les éducateurs et les enseignants**

#### ***Recommandations et normes internationales***

En 2000, la Commission européenne a publié un rapport intitulé «Politiques scientifiques dans l'Union européenne: Intégrer la dimension du genre, un facteur d'excellence», qui était issu des études du groupe de travail «femmes et sciences» du réseau ETAN (European Technology Assessment Network). Ce rapport constate que les systèmes de formation tiennent depuis trop longtemps les filles à l'écart des études et des métiers à caractère scientifique et qu'il serait temps de multiplier les efforts bien ciblés pour s'attaquer à ce problème, que l'on connaît déjà très bien (Commission européenne 2001). Ce rapport contient deux recommandations visant à sensibiliser les éducateurs et les enseignants:

- «Combattre la tendance des parents à encourager les garçons, mais pas les filles, à s'orienter vers les sciences et l'informatique.
- Faire de l'égalité des sexes un élément important dans la formation des enseignants.» (ibid. 64).

### ***Les parents dans l'enseignement et la formation des parents***

Se penchant sur l'enseignement des mathématiques et des sciences, Labudde relève l'importance cruciale que revêtent l'information et la sensibilisation des parents. Il propose donc d'attirer l'attention des parents sur les conséquences néfastes de remarques telles que «Moi non plus, je n'ai jamais été bon(ne) en physique» ou «Ce n'est pas une branche si importante que cela» et suggère aux écoles d'organiser des soirées pour les parents sur des sujets tels que «Les aptitudes des femmes pour la physique et les mathématiques», «Etre seule à exercer un métier d'homme» ou «Comment promouvoir l'estime de soi en physique et dans les branches techniques chez ses enfants». L'auteur souligne également qu'il faudrait saisir l'occasion qu'offrent les entretiens avec les parents pour relever l'intérêt et les aptitudes d'un enfant (notamment d'une fille) pour la technique, la physique ou les mathématiques (Labudde 1999a, 9).

La formation extrascolaire des parents aborde certes ponctuellement le problème des écarts entre les sexes, nous n'avons toutefois pas découvert, en préparant ce rapport, des initiatives spécifiques visant à sensibiliser une large proportion des parents à ces enjeux et à les inviter à promouvoir les filles et leurs compétences en mathématiques et en sciences.

### ***Formation et perfectionnement des enseignants***

Comme l'indique l'analyse de la littérature spécialisée, la confiance en ses propres compétences, les réactions de l'enseignant et le climat de la classe occupent une place prépondérante pour les filles. D'où l'importance de la prise de conscience, de l'attitude et du comportement de l'enseignant et, par conséquent, de la sensibilisation des enseignants. Il convient de fournir à ces derniers l'occasion de se confronter à des stéréotypes sexuels (souvent inconscients), par exemple à ceux qui classent les mathématiques et la physique dans le domaine «masculin». Au cours de leur formation ou lors de cours de perfectionnement, les enseignants doivent pouvoir analyser leur expérience scolaire et universitaire, ainsi que leur vécu individuel de femme ou d'homme. Ils doivent prendre conscience de leur propre perception des rôles sexuels pour éviter de reporter inconsciemment des préjugés sur les élèves et d'être toujours en mesure de se demander s'ils adressent les mêmes attentes aux filles qu'aux garçons (voir Labudde 1999a, 10).

Toute une série d'initiatives ont déjà été lancées dans ce sens et les ouvrages traitant du sujet sont fort nombreux. A titre d'exemple, nous nous référons aux «Kri-



terienkatalog Geschlechtergleichstellung in Unterrichtsgestaltung und Schulentwicklung» (catalogue de critères pour l'égalité des sexes dans l'enseignement et dans le développement scolaire), mis au point par le groupe de travail «Geschlechterrollen und Gleichstellung auf der Sekundarstufe II» (Rôles sexuels et égalité dans le secondaire II). Ce groupe de travail réunit des expert(e)s du Centre suisse pour la formation continue des professeurs de l'enseignement secondaire (CPS) et de l'Institut suisse de pédagogie pour la formation professionnelle (ISPPF). Le catalogue de critères qu'ils ont établi, publié une première fois en 1998, puis en 2000 dans une version revue et corrigée, concerne certes en priorité le secondaire II, mais convient parfaitement pour lancer le débat à tous les niveaux. Il contient des critères et des questions-clés sur les points suivants: contenus de l'enseignement, didactique, interactions, aspects du développement institutionnel et scolaire. De plus, pour chaque sujet abordé, il renvoie à une littérature plus pointue (ce catalogue n'est pour l'heure disponible qu'en allemand: WBZ/SIBP-Arbeitsgruppe 2000).

Le Centre for Mathematics Education (Centre pour l'enseignement des mathématiques) de l'Inner London Education Authority a édité, en collaboration avec l'Open University, une publication qui aide les enseignants à remettre en question leur propre manière d'enseigner en la soumettant à une réflexion scientifique. Parue en 1986 sous le titre «Girls into Mathematics» (Attirer les filles vers les mathématiques), cette publication est une sorte de manuel qui a pour objectif d'«encourager les enseignants à examiner de manière approfondie les attitudes qu'ils adoptent face aux filles, aux garçons et aux mathématiques». Ce manuel sensibilise les enseignants et leur transmet de subtile manière des informations issues de la recherche, tout en les invitant à s'observer sans cesse eux-mêmes et à observer leurs collègues, ainsi qu'à parler avec leurs collègues pour évoquer leurs propres expériences, des expériences d'autres personnes et des résultats de la recherche (Centre for Mathematics Education 1986).

L'Interdisziplinäres Zentrum für Hochschuldidaktik (Centre interdisciplinaire de didactique universitaire) de l'Université de Bielefeld compte depuis 1989 un projet scientifique sur la formation des femmes intitulé «Netzwerk LINT – Lehrende in Informatik, Naturwissenschaft und Technik» (Réseau LINT – Etudiants en informatiques, en sciences et dans les branches techniques), qui a pour objectif d'améliorer l'enseignement mixte. Le réseau contribue à diffuser les résultats de la recherche (féministe) sur l'éducation et la formation ainsi qu'à les inclure dans l'enseignement, en les intégrant dans la formation et dans perfectionnement de futurs enseignants et d'enseignants déjà en poste (Luca et al. 1992, 336).

Dans l'ensemble, on peut constater qu'une sensibilisation efficace et un changement d'attitude ne sont possibles que lorsque l'assimilation de nouvelles connaissances et de nouveaux savoir-faire s'accompagne d'observations et d'essais dans

son propre enseignement et que la mise en œuvre de ces nouveaux acquis fait l'objet de séances d'intervision ou de suivi.

### ***La recherche dans la formation et le perfectionnement des enseignants***

Dans ce domaine, les recommandations s'adressent aux instituts de formation des universités et des hautes écoles pédagogiques. Si la didactique des disciplines entretient certes des liens étroits avec la pratique et qu'elle s'attache beaucoup à développer des enseignements types, elle marque toutefois le pas lorsqu'il s'agit d'étayer les bases et l'évaluation théorique de ces développements (Labudde 1998). Cette situation pourrait cependant changer très rapidement avec la réorganisation de la formation des enseignants, puisque celle-ci sera désormais assurée dans les universités et dans les hautes écoles pédagogiques, qui se voient attribuer, étant aussi des hautes écoles, un mandat de recherche. Dans ce contexte, on peut envisager que l'une ou plusieurs des hautes écoles pédagogiques qui voient actuellement le jour choisissent d'axer prioritairement leurs recherches sur la didactique des mathématiques et des sciences.

Dans ce cas, leurs travaux devraient réserver une place particulière au problème des différences liées aux sexes. Mentionnons ici, à titre d'exemple, l'Institut für Mathematik de la Haute école pédagogique de Ludwigsburg. Cet institut mène d'une part des recherches sur la dimension genre dans la didactique des mathématiques et s'efforce d'autre part de soumettre sa propre didactique universitaire à une analyse du point de vue genre (<http://www.ph-ludwigsburg.de/mathematik/gender>). Dans ce domaine, les résultats de l'étude TIMSS et les Standards 2000 du NCTM (National Council of Teachers of Mathematics; Etats-Unis et Canada) montrent la voie. Ces normes ont pour principe premier «l'équité» (equity) et elles s'articulent autour de cinq objectifs qui ressemblent à s'y méprendre à un enseignement des mathématiques adapté aux filles: 1) apprendre à apprécier les mathématiques, 2) se fier à ses propres capacités, 3) devenir un ou une spécialiste de la résolution de problèmes mathématiques, 4) apprendre à communiquer dans le langage des mathématiques et 5) apprendre à développer des raisonnements mathématiques.

## **Développement de l'enseignement des mathématiques et des sciences**

### ***Programmes novateurs et dimension genre***

Après que l'étude TIMSS a mis en évidence des résultats insuffisants chez nos voisins germanophones que sont l'Allemagne et l'Autriche, les autorités compétentes ont lancé des programmes destinés à améliorer l'enseignement des mathématiques et des sciences. La promotion de l'égalité des chances avait sa place dans chacun d'entre eux:

- Allemagne: La Bund-Länder-Kommission, qui réunit des représentants de l'Etat fédéral et des autorités des Länder, a lancé en 1998 un programme intitulé «Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts» (Accroître l'efficacité de l'enseignement des mathématiques et des sciences) qui doit s'achever en 2003. Ce programme est mené en collaboration avec l'Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (Institut pour la pédagogie des sciences) de l'Université de Kiel (IPN), le Bayerisches Staatsinstitut für Schulpädagogik und Bildungsforschung (ISB; Institut bavarois pour la pédagogie scolaire et pour la recherche en éducation) et le Lehrstuhl für Mathematik und ihre Didaktik (Chaire de mathématiques et de leur didactique) de l'Université de Bayreuth. Quelque 180 élèves prennent part à ce programme qui comprend onze modules, dont un est consacré à la promotion des filles et des garçons («Förderung von Mädchen und Jungen»; voir <http://blk.mat.uni-bayreuth.de>). Ce module part de l'hypothèse qu'il convient d'exploiter les résultats des recherches disponibles pour continuer à développer l'enseignement des mathématiques et des sciences afin que celui-ci tienne compte des intérêts des filles et qu'il puisse promouvoir les intérêts et la réussite scolaire des filles, sans défavoriser pour autant l'apprentissage chez les garçons.
- Autriche: Sous le sigle IMST2 (Innovations in Mathematics, Science and Technology Teaching), ce pays réalise un programme de quatre ans (2000–2004) qui a pour objectif de développer durablement la qualité de l'enseignement des mathématiques et des sciences dans le secondaire II. Le projet a son siège à l'Institut für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung (Institut pour la recherche interdisciplinaire et pour la formation continue) de l'Université de Klagenfurt et comprend cinq domaines prioritaires dont un a pour titre «Gender Mainstreaming» (<http://imst.uni.klu.ac.at>). Il se fonde sur l'hypothèse selon laquelle le contenu de l'enseignement doit s'orienter davantage sur les intérêts et sur les connaissances préalables des filles et s'attacher à faire le lien avec des applications pratiques à même de susciter plus particulièrement l'intérêt des filles (problèmes environnementaux, médecine, biologie). L'enseignement doit aussi réserver une place plus grande aux questions sociales et favoriser l'acquisition non seulement de savoir disponible mais aussi de connaissances fournissant des repères. Pour ce qui est des formes d'enseignement, il s'agit de favoriser le travail en groupe, à deux et individuel. Le projet préconise même de séparer filles et garçons pour certaines leçons. Enfin, il souhaite amener les filles et les garçons à s'interroger sur leur attitude à l'égard des mathématiques et des sciences, sur leur manière d'aborder les problèmes dans ces disciplines et sur leur apprentissage.

Les programmes sont conçus de telle sorte que les enseignants intéressés des écoles concernées peuvent intégrer et appliquer directement les résultats de la recher-

che didactique dans leur enseignement. Les écoles sont mises en réseau et profitent ainsi directement de leurs expériences respectives.

**Expérimentations d'un enseignement plus respectueux des spécificités des deux sexes**

Il est également possible de confirmer les principes du domaine prioritaire «Gender Mainstreaming» (intégration de la perspective genre) du projet IMST2 mentionné ci-dessus en se référant aux expérimentations réalisées dans diverses universités.

Dans le cadre d'un projet d'expérimentation détaillé mené à l'Université d'Oldenburg en Allemagne, Sylvia Jahnke-Klein a pu identifier dans quelles conditions doit se dérouler l'enseignement des mathématiques pour que l'élève parvienne à une compréhension approfondie de la matière et que celle-ci fasse sens pour lui. La chercheuse formule par ailleurs des propositions pour renforcer la confiance en soi chez les filles et pour promouvoir les compétences sociales des garçons. Voici un résumé schématique de ses recommandations:

Fig. 7: Renforcer la confiance en soi des filles, promouvoir les compétences sociales des garçons et donner un sens aux mathématiques

Confiance en soi des filles	Enseignement des mathématiques	Compétences sociales des garçons
– Permettre aux filles de connaître la réussite	– Présenter une image globale des mathématiques (contenus)	– Exercer la confiance en soi
– Favoriser l'apprentissage reposant sur des exemples	– Préférer la diversité à la monoculture (méthodes)	– Former à la communication
– Suggérer, consoler, rassurer et encourager	– Fonder l'enseignement sur les principes suivants: activités individuelles, apprendre en faisant des fautes, s'adapter aux rythmes d'apprentissage, respect mutuel, culture du feedback	– Remettre en question la masculinité traditionnelle
– Faire régner un climat positif		– Faire appel à des travaux axés sur le ressenti et sur le corps

Source: Jahnke-Klein 2001, 251

Dans le cadre de leur étude intitulée «Coéducation dans l'enseignement de la physique», réalisée à l'Université de Berne avec l'appui du Fonds national de la recherche scientifique, Herzog et al. ont élaboré sept critères qu'un enseignement doit respecter pour être adapté aux filles. Les chercheuses et les chercheurs ayant participé à l'étude situent ces critères entre un pôle scientifique (matière) et un pôle

humain (élève) sur la base du triangle didactique (Herzog et al. 1998, 10). Réduits à leur plus simple expression, ces sept critères peuvent être résumés comme suit (voir Herzog et al. 1998, 10s.):

- Tenir compte des expériences préliminaires des filles et des garçons et leur fournir l'occasion de combler leurs lacunes grâce à l'enseignement de la physique.
- Concevoir l'enseignement dans un langage compréhensible aux deux sexes. Partir du langage quotidien pour passer progressivement au langage spécialisé et aux formulations mathématiques et expliquer le sens des termes techniques en se référant au langage quotidien.
- Intégrer les contenus de l'enseignement de la physique dans des contextes que les élèves connaissent bien et qui les intéressent. Favoriser la prise de conscience du lien entre vie courante et matière enseignée.
- Recourir à des formes d'enseignement coopératives, permettre aux élèves de participer activement à l'apprentissage, laisser suffisamment de temps aux filles pour élaborer leurs propres solutions et endiguer la propension des garçons à l'expansivité.
- Fonder l'enseignement sur la communication et sur l'argumentation. Elaborer les contenus de connaissance de manière discursive en les mettant en rapport avec l'objet d'apprentissage.
- Lutter contre l'attribution causale erronée des performances et renforcer la confiance en soi chez les élèves des deux sexes.
- Eradiquer l'impression que la physique est un domaine réservé aux hommes.

Nous présentons ci-après de manière plus détaillée et à la lumière d'autres travaux de recherche les critères élaborés par les scientifiques mentionnés ci-dessus.

#### **ORIENTATIONS DES CONTENUS**

Pour les élèves interrogés par Jahnke-Klein, l'enseignement des mathématiques prend un sens lorsque les problèmes et les exercices «en valent la peine». Cette notion regroupe les problèmes qui revêtent une utilité pratique, ceux présentés de manière créative, ceux qui présentent un attrait esthétique ou encore ceux qui suscitent l'étonnement ou la réflexion. Des effets similaires pourraient être obtenus en intégrant les origines historiques des mathématiques dans l'enseignement. Selon Jahnke-Klein, il s'agit enfin de donner une image globale des mathématiques, de rendre perceptible la multiplicité de ses dimensions et de mettre en évidence les rapports étroits qui existent entre la matière enseignée et notre culture ainsi que notre société (Jahnke-Klein 2001, 223ss.). Doebeli et Schmassmann plaident également pour un enseignement dans lequel les activités mathématiques se situent dans un contexte qui fait sens, car l'apprentissage en contexte revêt une importance toute particulière pour les filles (Doebeli & Schmassmann 1997, 117).

D'après Jahnke-Klein, l'étude TIMSS a montré que l'enseignement actuel ne souligne pas suffisamment le caractère évolutif des mathématiques. Pour remédier à cette situation, la scientifique plaide en faveur du recours à la «méthode génétique», qui permet aux apprenants de revivre comment les idées et les notions sont apparues et quels sont les problèmes qui ont posé les jalons de la pensée en mathématiques (Jahnke-Klein 2001, 227). Doebeli et Schmassmann relèvent qu'un aperçu de l'histoire des mathématiques aiderait les filles à accéder à cette discipline. Il faudrait alors présenter les mathématiques comme un bien culturel ou formatif et non pas seulement comme un édifice de formules et de règles qu'il importe d'appliquer correctement et à bon escient (Doebeli & Schmassmann 1997, 117). Enfin, il conviendrait aussi de remettre en question le caractère formel des mathématiques, un processus qui consiste davantage, selon Wittmann (1978, 141), à se pencher sur l'axiomatisation que sur les produits axiomatiques finis.

Labudde établit un lien entre nombre de propositions faites pour adapter l'enseignement de la physique aux filles et les éléments qu'il donne pour définir un enseignement de la physique axé sur une démarche constructiviste. L'un des points essentiels consiste à toujours donner l'occasion aux filles (et aux garçons) de formuler explicitement leur compréhension préalable individuelle (savoir conceptuel et méthodologique, langage quotidien, intérêts, attitudes et sentiments). Par ailleurs, l'enseignement des sciences devrait intégrer davantage des éléments tels que les phénomènes naturels, les éléments du quotidien et les événements de tous les jours, les rapports avec la société et avec des scientifiques – hommes et femmes – anciens ou contemporains. Dans ce sens, il faut faire appel à la fois au savoir disponible et aux connaissances référentielles. Labudde suggère aussi d'éviter de «mathématiser» trop tôt les contenus de l'enseignement et plaide en faveur de compléments sous forme de descriptions et de démarches quantitatives et qualitatives.

Pour sélectionner des contenus à même de tenir compte des intérêts différents des filles et des garçons, on demandera l'avis des élèves, de préférence par écrit afin de permettre aux plus timides de s'exprimer également (Schlüter 2001, 405). De même, le matériel didactique devrait être choisi de manière à susciter l'intérêt tant chez les filles que chez les garçons (Beermann et al. 1992, 91). Il convient en particulier de veiller à ce que ce matériel offre suffisamment de possibilités d'identification aux filles et qu'il présente les compétences des femmes, de même que leur mode de vie, de manière adéquate (Beermann et al. 1992, 92; Campbell & Campbell-Wright 1995; Doebeli & Schmassmann 1997, 116).

#### **DIVERSITÉ MÉTHODOLOGIQUE ET ENSEIGNEMENT FONDÉ SUR LA COMMUNICATION**

Constatant que l'enseignement traditionnel des mathématiques se caractérise par une monoculture méthodologique (enseignement progressant par questions-réponses), Jahnke-Klein recommande de recourir à une grande diversité de méthodes qui

laissent davantage de place à l'activité des élèves. Une telle conception peut être mise en œuvre d'une part dans l'enseignement en groupe et d'autre part dans l'enseignement individualisé. Le travail en groupe favorise davantage l'apprentissage fondé sur l'intérêt et sur la recherche-découverte et répond mieux au besoin des filles, qui préfèrent des formes d'apprentissage coopératives (Beermann et al. 1992, 91). L'enseignement en groupe permet par ailleurs de travailler avec des groupes homogènes pour ce qui est du sexe. Jahnke-Klein préconise l'apprentissage en groupes formés uniquement de filles ou de garçons principalement pour l'enseignement axé sur l'activité des élèves, car cette approche garantit que les filles entreprendront elles-mêmes quelque chose et qu'elles ne se contenteront pas de regarder faire les garçons (Jahnke-Klein 2001, 230). L'autrice considère que l'enseignement axé sur l'activité des élèves revêt une importance particulière pour les filles, car c'est la seule approche qui leur permet d'apprécier à sa juste valeur leur capacité à agir et de développer ainsi leur confiance en elles. Elle propose aux enseignants de se donner pour règle que 50% de toutes les activités doivent être réalisées par les filles (ibid., 231). Dans leurs travaux, les deux didacticiennes des mathématiques que sont Doebeli et Schmassmann soulignent également que les filles s'enthousiasment pour des sujets qui invitent à entreprendre une activité pratique, à essayer quelque chose et à manipuler objets et matériaux (Doebeli & Schmassmann 1997, 116).

Pour promouvoir les filles, l'enseignement de la physique devrait, selon Labudde, se fonder autant que possible sur la communication et sur l'interactivité. L'auteur recommande en outre diverses formes d'enseignement par projets qui privilégient la communication et une démarche en concordance avec le style d'enseignement. Enfin, il importe de présenter aux filles des modèles féminins qui se sont distingués en physique et dans les branches techniques (Labudde 1996b, 156s.)

#### VÉRIFICATION DES RÉSULTATS ET (AUTO-)ÉVALUATION DES COMPÉTENCES

Pour vérifier les résultats du processus d'apprentissage, Jahnke-Klein (2001, 231) recommande une réflexion régulière, qui peut également se faire par écrit sous forme d'un journal d'acquisition du savoir. Kirsten Schlüter préconise aussi l'utilisation de ce type de journal dans lequel on peut consigner des approches théoriques et des manières de procéder, les solutions individuelles à divers types de problèmes et les différents cheminements adoptés pour parvenir à une solution (Schlüter 2001, 406). Pour Jahnke-Klein, l'enseignement individualisé, c'est-à-dire le travail autonome de l'élève qui contrôle lui-même sa progression (sur la base d'un plan hebdomadaire par ex.), est un bon moyen de responsabiliser les élèves tout en leur permettant de travailler à leur propre rythme. L'autrice renvoie également au travail avec des «concepts-clés» (Gallin & Ruf 1993), c'est-à-dire avec des questions qui sont élaborées de préférence par les apprenants eux-mêmes et qui comprennent des questions fondamentales appelant des réponses et des stratégies de réso-

lution différentes selon l'élève. D'après Jahnke-Klein, l'enseignement individualisé revêt aussi une grande importance pour nombre de filles, car elles doivent apprendre à travailler seules et à se faire une image adéquate de leurs compétences. A cet effet, il convient de leur fournir des moyens d'auto-vérification et de ne pas les soumettre à de trop grandes exigences de rendement au cours de cette phase quelque peu déstabilisante (Jahnke-Klein 2001, 233). L'appréciation des compétences devrait se baser sur des critères individuels, afin de renforcer la motivation et la conscience de sa propre efficacité, en particulier chez les filles (ibid., 243).

#### **CULTURE DE LA COMPRÉHENSION MUTUELLE ET DE LA RECONNAISSANCE RÉCIPROQUE**

Les propositions évoquées ci-dessus exigent l'instauration d'une culture de l'enseignement qui s'écarte de l'enseignement traditionnel. Cette culture ménage de la place aux points de vue subjectifs des élèves, exige la compréhension mutuelle, utilise les erreurs pour progresser, rend nécessaires les cheminements détournés et inhabituels pour résoudre un problème, ouvre la voie à une approche ludique des mathématiques et tient également compte des besoins physiques, psychiques et émotionnels des apprenants et des enseignants (Jahnke-Klein 2001, 236).

Une culture de l'enseignement qui utilise les erreurs et les détours pour favoriser l'apprentissage ne permet certes pas d'approcher toujours les connaissances à un même niveau, mais elle instaure un climat de tolérance et de reconnaissance réciproque dans lequel l'indispensable confiance en soi peut s'épanouir (voir aussi à ce sujet Althof 1999). Jahnke-Klein plaide ensuite pour une culture de l'enseignement empreinte de respect, de reconnaissance, d'écoute et d'enrichissement réciproques. Moser et al. jugent pour leur part aussi qu'un climat positif favorise le plein développement de l'intérêt et de la motivation (Moser et al. 1997, 81).

#### **GESTION DU TEMPS: RALENTIR LE RYTHME**

Le principe «à chaque élève sa stratégie d'apprentissage», qui découle de la conception constructiviste de l'enseignement, passe par des changements dans la gestion du temps. L'accélération que l'enseignement a connue jusqu'ici (toujours plus de matière en toujours moins de temps) ne grève pas seulement les capacités d'apprentissage (Vester 1988, 74ss.), mais conduit aussi à un manque de calme, de concentration et d'intensité. Le «ralentissement didactique» répond aux vœux des filles interrogées par Jahnke-Klein, qui souhaitent recevoir des explications détaillées pour être absolument sûres d'avoir bien compris (Jahnke-Klein 2001, 109 et 237). Helga Jungwirth plaide également pour un tel ralentissement pour répondre au besoin qu'ont les filles d'envisager un problème sous toutes ses facettes et de s'en imprégner (Jungwirth 1995). Respecter le rythme individuel des élèves dans l'enseignement exige cependant une réduction des contenus (au profit d'un approfondissement ciblé et de la définition de priorités individuelles au sens d'un apprentissage reposant sur des exemples).



Les éléments proposés ci-dessus peuvent contribuer à mettre en place un enseignement des mathématiques et des sciences qui prend en compte aussi bien les intérêts des filles que ceux des garçons. Toutes les études consacrées à l'écart de compétences lié aux sexes dans ces disciplines ont toutefois montré que le problème réside avant tout dans le manque de confiance des filles en leurs propres capacités en mathématiques et en sciences. Les mesures visant directement la didactique de ces disciplines ne suffiront donc pas pour remédier à la situation et il faudra les accompagner d'autres mesures destinées, elles, à renforcer la confiance des filles en elles-mêmes et à combattre leur manque d'intérêt pour les mathématiques et les sciences.

#### **RENFORCER L'IMAGE DE SOI DES FILLES**

Tant Jahnke-Klein que Beermann et al., ou encore le groupe de recherche bernois emmené par Herzog, relèvent le rôle central que jouent des styles d'attribution causale défavorables sur l'image de soi en mathématiques et en physique. Ils en appellent donc aux enseignants pour qu'ils revoient les styles d'attribution de la réussite et de l'échec chez les filles et qu'ils les remplacent par des modèles plus favorables visant à améliorer l'image de soi. Ziegler et Schober ont même élaboré un programme de formation qui permet d'«inverser la polarité» dans l'auto-attribution causale de la réussite et de l'échec (Ziegler & Schober 1997). Après avoir enregistré une réussite et pris conscience de leur propre efficacité, les élèves auto-évaluent mieux leurs propres capacités. Jahnke-Klein compte sur l'enseignement qu'elle propose – un enseignement des mathématiques qui fait sens – pour permettre aux élèves de connaître plus souvent ce genre de satisfaction, puisque cet enseignement les responsabilise davantage et qu'il tient mieux compte de leur mode et de leur rythme d'apprentissage (Jahnke-Klein 2001, 241s.). Pour éviter que cette plus grande responsabilisation ne désécurise les élèves, l'autrice propose de structurer clairement le déroulement de l'enseignement et de le rendre transparent, de mettre à disposition des fiches de travail et des tests avec auto-évaluation et de consigner les résultats de l'apprentissage dans un journal, dans des répertoires de formules et d'exemples, etc. (ibid.). L'aide apportée par les enseignants devrait se limiter à la démarche à suivre pour trouver une solution et ne pas être axée sur l'obtention du résultat juste. Les problèmes soumis aux élèves devraient être conçus de manière à offrir des possibilités de solution à différents niveaux de compétence, afin de fournir à tous les élèves l'occasion de connaître la réussite.

Pour pouvoir apprendre en se référant à des modèles, les filles doivent pouvoir s'identifier à des femmes compétentes en mathématiques et en sciences. La distance entre les élèves et les modèles ne doit toutefois pas être trop grande et les modèles doivent être bien choisis pour susciter l'identification. Des élèves plus âgées ou du même âge peuvent ainsi servir de modèles attractifs dans le cadre de groupes de travail, de cours d'appui ou d'orientation; il en va de même pour des étudi-

antes dans le cadre de stages (d'initiation) (voir Jahne-Klein 2001, 244). Le rôle des femmes et leurs compétences en mathématiques et en sciences devraient être mis en valeur dans les bibliothèques scolaires, lors d'expositions, dans les publications destinées aux apprenants, par une série de conférences, etc. Les filles accordent une grande importance aux encouragements formulés par l'enseignant, de sorte que ceux-ci, de même que les directions d'école, devraient veiller tout particulièrement à encourager les filles à choisir les mathématiques ou la physique comme option spécifique ou comme niveau d'approfondissement, à opter pour des études ou une profession dans le domaine des mathématiques ou des sciences (voire dans un domaine technique) ou à entreprendre un autre type d'activité dans ce domaine (ibid. 245).

#### **RENFORCER LES CAPACITÉS SOCIALES DES GARÇONS**

S'il importe d'assurer un développement positif de l'image de soi chez les filles, il convient aussi de prendre des mesures du côté des garçons. Il n'est pas rare que leur comportement repose sur un manque d'assurance et sur des besoins émotionnels. Dans ce sens, les enseignants devraient aussi différencier les messages qu'ils adressent aux garçons pour leur permettre de développer leur image d'eux-mêmes. Les règles du comportement appliquées dans l'enseignement devraient aussi mettre l'accent sur la coopération et sur la communication. Une négociation commune des règles à respecter en classe offre par exemple à chacun l'occasion d'exprimer ses besoins émotionnels et pratiques (en prévision du prochain test par ex.) et désamorçe ainsi les craintes. La présentation des résultats de travaux peut également servir à exercer la capacité de communication et à améliorer l'expression orale (Jahnke-Klein 2001, 246ss.).

#### **Résumé**

A titre de résumé, nous présentons ici les trois niveaux stratégiques définis par Hoffmann, Häussler et Peters-Haft (1997, 291ss.). A l'issue des expériences menées à l'Université de Kiel, ces spécialistes préconisent en effet des mesures à ces trois niveaux pour accroître l'attrait de l'enseignement de la physique chez les filles (la physique représentant ici l'ensemble du domaine scientifique):

- Le contenu de l'enseignement devrait tenir compte des intérêts des filles, se fonder sur leurs expériences préalables et mettre en évidence l'utilité pratique de la physique.
- La sensibilisation des enseignants comprend la diffusion d'informations sur les résultats de recherche, l'observation mutuelle en contexte et les échanges d'expériences. Elle favorise ainsi la remise en question.
- L'organisation de l'enseignement doit offrir en tout temps la possibilité de tra-

vailer avec des groupes homogènes (constitués uniquement de filles ou de garçons).

On pourrait compléter la liste en lui ajoutant la sensibilisation d'autres éducateurs (dont les parents). En dehors des enseignants, ces éducateurs exercent en effet aussi une grande influence sur les apprenants et les réflexions menées jusqu'ici sur la promotion des compétences des filles en mathématiques et en sciences leur ont hélas réservé une place trop modeste.



## SECTION B: DE L'ATTRAIT DES ETUDES ET DES METIERS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES

---

### 4 – Introduction

Cette section du rapport examine l'attrait – ou le manque d'attrait – qu'exercent les disciplines mathématiques, scientifiques et techniques sur les jeunes au moment où il s'agit de choisir des études ou un métier. Le postulat qui est à l'origine de cette étude s'interroge en effet sur les raisons d'un certain désintérêt pour les formations scientifiques et techniques. Par ailleurs, il y a lieu d'étudier aussi la place qu'occupent les femmes dans ces domaines. Nous commençons par présenter des données statistiques, puis décrivons les facteurs susceptibles d'influencer l'orientation vers les études et les professions scientifiques et techniques et évoquons pour terminer les mesures qui pourraient être prises pour accroître l'attrait de ce secteur d'activités.

---

### 5 – Données statistiques sur l'orientation scolaire et professionnelle

#### Secondaire II: écoles de maturité

L'effectif des écoles de maturité a globalement augmenté de plus de 30% au cours des vingt dernières années.<sup>9</sup> Comme la population de référence était en recul, le taux de scolarisation gymnasiale<sup>10</sup> a pratiquement doublé dans la même période. Actuellement, un adolescent ou une adolescente sur cinq en Suisse suit une école de maturité.

Cette évolution est encore plus marquée pour les certificats de maturité: leur nombre a progressé de 45% au cours de la même période. Ainsi, le taux de maturités en Suisse se chiffre actuellement à quelque 18%.

---

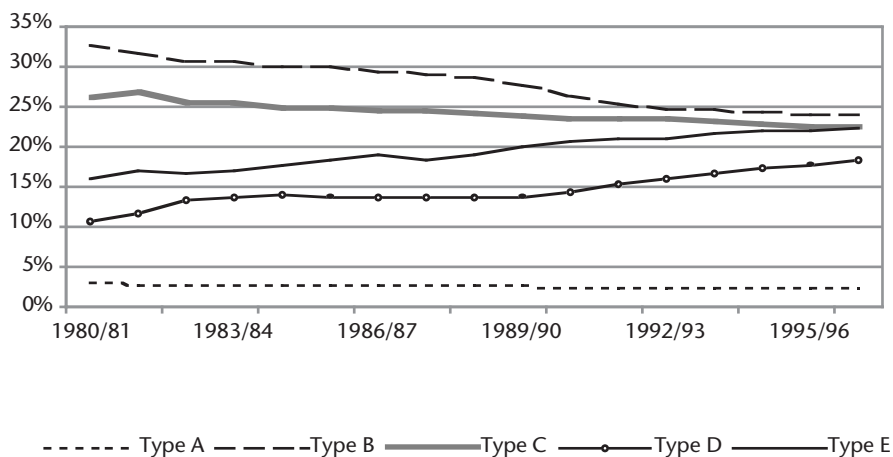
<sup>9</sup> 66 888 élèves en 2000.

<sup>10</sup> Taux d'élèves qui fréquentent une école délivrant une maturité par rapport à la population résidente de 16 à 19 ans (OFS 2001).

### Choix des filières dans les écoles de maturité

Jusqu'au milieu des années nonante, il existait cinq filières aboutissant à la maturité fédérale: type A (grec et latin), type B (latin), type C (mathématiques et sciences), type D (langues modernes), type E (économie). La répartition des élèves entre les différentes sections se présente comme suit: la proportion de gymnasiens dans la section de type B (avec latin) a régressé ces vingt dernières années d'un bon tiers à tout juste un quart; chez les scientifiques (type C), on observe également un recul – de 8% – qui ramène leur proportion à 18%. Les effectifs ont augmenté proportionnellement pour les langues modernes (type D) et le cursus économique (type E).

Fig. 8: Répartition des élèves dans les types de maturité



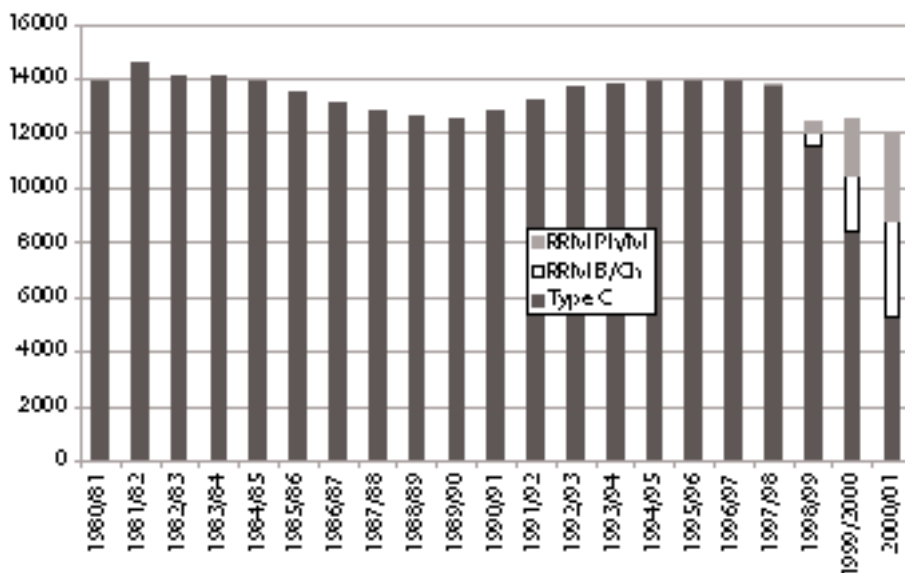
Source: OFS, présentation graphique par les auteurs

Depuis l'entrée en vigueur, en 1995, du nouveau Règlement de reconnaissance de la maturité (RRM), les cantons ont réorganisé leur enseignement. La subdivision en types de maturité clairement délimités a été supprimée, tandis que l'orientation générale du cursus (profil) est donnée par une discipline ayant valeur d'option spécifique. Deux profils sont envisageables en mathématiques et en sciences. Ils sont caractérisés par le choix de l'option spécifique physique et applications des mathématiques ou de l'option spécifique biologie et chimie.

Comme la phase de transition a duré plusieurs années avec des différences d'un canton à l'autre, il est difficile d'interpréter correctement les données statistiques à partir de l'année scolaire 1998/99; le graphique ci-dessous classe par conséquent les deux profils mathématiques-sciences expérimentales dans le type C.

Avec les réserves qu'impose une transition non encore achevée, on constate pour l'heure que l'attrait des profils mathématiques et sciences tend plutôt à diminuer en dépit de la souplesse donnée à la conception et à l'organisation des études; mais il convient d'observer l'évolution future de cette tendance.

Fig. 9: Nombre d'élèves choisissant les options spécifiques mathématiques-sciences (RRM) ou la maturité de type C

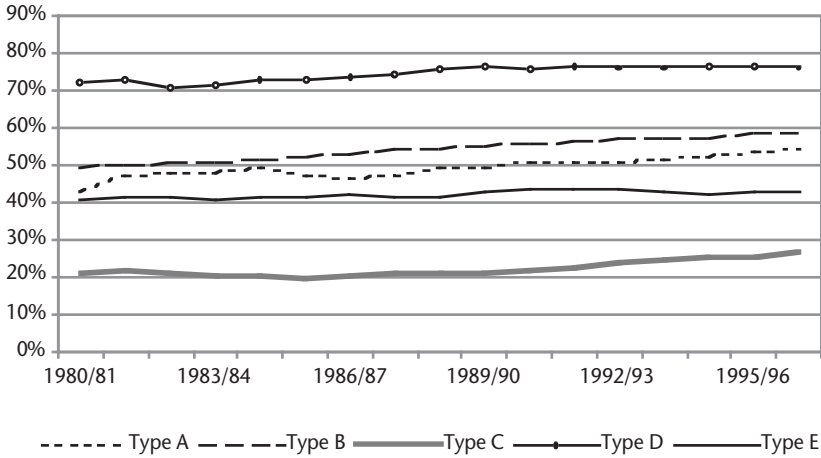


Source: OFS, présentation graphique par les auteurs

La proportion de gymnasiennes dans les diverses sections est restée plus ou moins constante ces vingt dernières années. On observe une légère augmentation de la présence féminine dans les sections A, B et C.

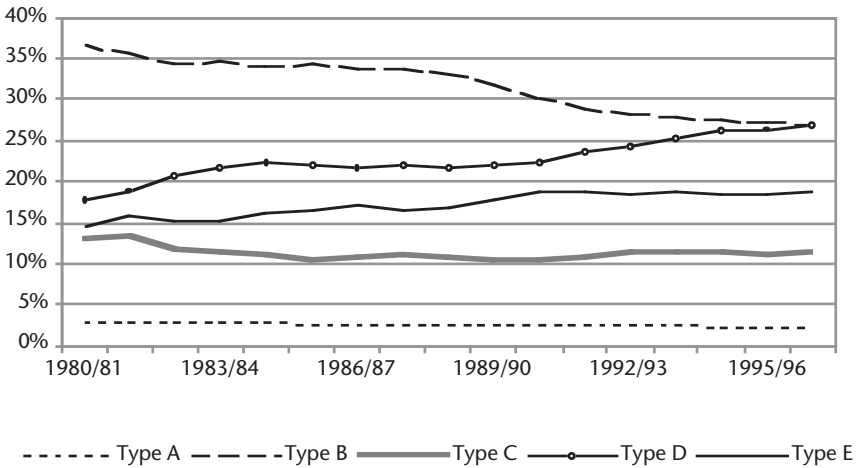
Cette proportion s'est maintenue à environ 20% dans la section scientifique (type C) au cours des années quatre-vingt, puis a progressé jusqu'à 28% dans les années nonante; mais cette évolution est due au pourcentage croissant de femmes dans les écoles de maturité et la part de scientifiques sur l'ensemble des gymnasiennes a toujours plafonné à 11% environ. Les gymnasiennes sont manifestement peu attirées par les branches scientifiques du gymnase et seule une sur dix emprunte la filière qui mène à la maturité de type C.

Fig. 10: Proportions de gymnasiennes par type de maturité



Source: OFS, présentation graphique par les auteurs

Fig. 11: Répartition des gymnasiennes par type de maturité



Source: OFS, présentation graphique par les auteurs

La réforme apportée par le nouveau Règlement de reconnaissance de la maturité (RRM) n'incite pas davantage de filles à s'intéresser aux mathématiques et aux sciences. Alors que la proportion de gymnasiennes dépasse 50% pour le profil RRM biologie et chimie, leur présence est d'autant plus faible pour le profil physique et applications des mathématiques. Le tableau ci-après montre que la part de femmes



optant pour ces disciplines n'a guère progressé dans l'ensemble: l'augmentation observée pour l'option spécifique RRM biologie et chimie compense la diminution constatée pour la filière de type C progressivement supprimée par la réforme.

Fig. 12: Proportions de gymnasiennes dans la section C ou avec options spécifiques RRM mathématiques-sciences par rapport à l'ensemble des gymnasiennes

	1998/99	1999/2000	2000/2001
Type C	9,3%	6,7%	4,1%
RRM Ph/M	0,2%	1,1%	1,8%
RRM B/Ch	0,9%	3,2%	5,1%
Total	10,4%	11,1%	10,9%

Source: OFS, présentation graphique par les auteurs

## Secondaire II: Formation professionnelle

### *Certificats fédéraux de capacité (CFC)* <sup>11</sup>

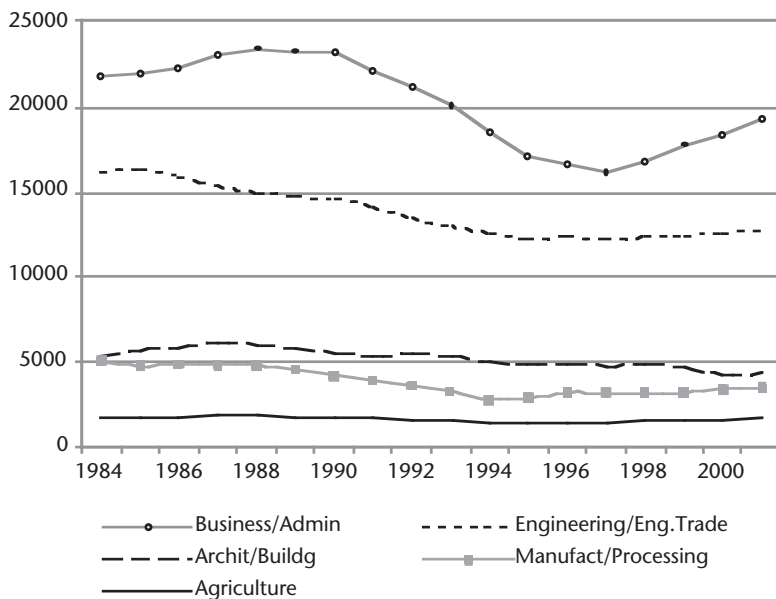
Côté formation professionnelle (secondaire II), il y a prépondérance du domaine économie et administration (business and administration) – lequel représente près de la moitié des diplômes de fin d'apprentissage. Viennent ensuite les métiers des domaines industriels et techniques (engineering and engineering trade), principalement les professions de l'industrie des métaux, mais aussi des branches électronique, automation et énergie. Ces deux secteurs sont en recul. Les fluctuations conjoncturelles agissent davantage sur le nombre de diplômes de fin d'apprentissage relevant du domaine économie et administration: ce nombre a régressé au début des années nonante et marqué une reprise à la fin de la décennie.

Le nombre de diplômes acquis dans le domaine de la construction (architecture and building) reste plus ou moins constant au cours de la période observée. Il diminue légèrement ces dernières années.

11 Les chiffres figurant dans ce chapitre reposent sur la statistique des apprentis tenue par l'OFS depuis 1986, laquelle ne prend en considération que les métiers réglementés par la loi fédérale sur la formation professionnelle (LFPr; catégories internationales selon CITE: Classification type de l'éducation).

Les diplômes obtenus dans les professions de l'artisanat et des arts et métiers (manufacturing and processing) marquent une forte diminution jusqu'au milieu des années nonante. Cette catégorie comprend les métiers appartenant aux industries de l'habillement, du bois, du papier, des matières synthétiques et de l'alimentation. Le recul général des formations dans ces branches a pour cause principale l'évolution des structures technologiques et économiques.

Fig. 13: Diplômes de fin d'apprentissage (CFC) par branche

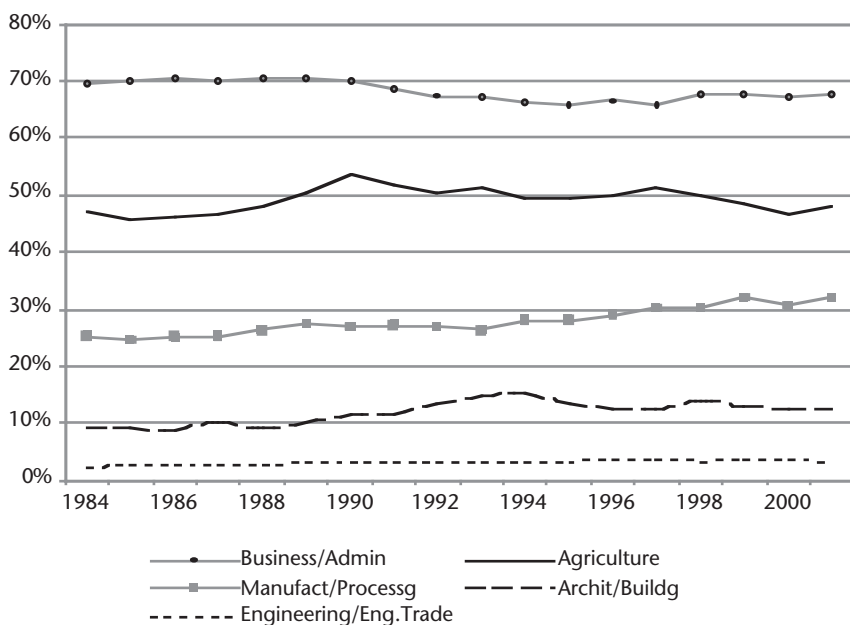


Source: OFS, présentation graphique par les auteurs

### Proportion de femmes

La proportion de femmes reste globalement très stable, mais varie considérablement d'une branche à l'autre: elle atteint environ deux tiers dans le secteur «économie et administration» et un tiers dans le domaine «artisanat, arts et métiers», avec une légère tendance à la hausse. Le taux de présence féminine passe la barre des 10% dans la construction, mais reste inférieur à 5% dans les professions industrielles et techniques.

Fig. 14: Proportion de femmes obtenant un diplôme de fin d'apprentissage

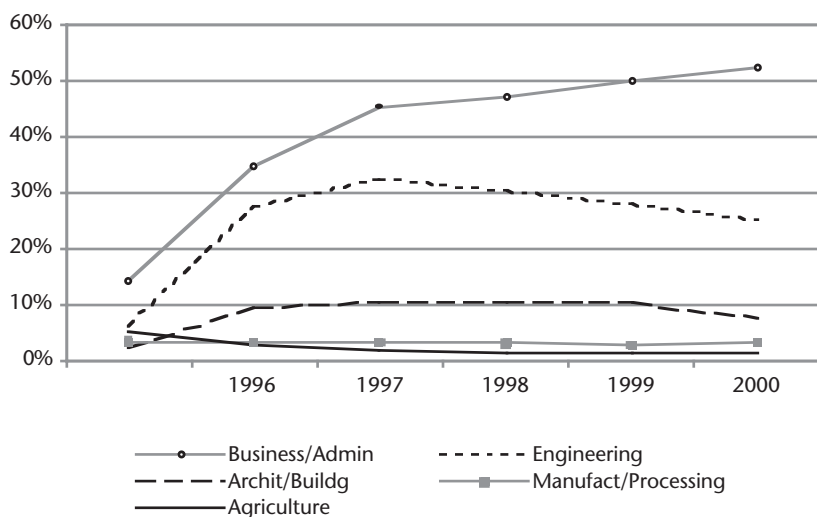


Source: OFS, présentation graphique par les auteurs

La statistique des maturités professionnelles existe depuis 1994, mais il n'est possible d'en donner un aperçu fiable à l'échelle nationale qu'à partir de 1997, après instauration de cette forme de maturité par la majorité des cantons. Depuis lors, le nombre de maturités professionnelles va en augmentant. Il dépassait 7000 en 2001.

Le graphique ci-dessous indique le pourcentage de maturités professionnelles par branches. On constate que les maturités commerciales (business and administration) en représentent environ la moitié, avec une tendance à la hausse. Les diplômé(e)s des écoles (ou filières) de maturité professionnelle (EMP) dans les branches industrielles et techniques vont en diminuant depuis 1998, et se chiffrent actuellement à un quart de l'ensemble. Leur proportion atteint environ 10% dans le secteur de l'architecture et de la construction (architecture and building) et moins de 5% dans le secteur de l'artisanat et des arts et métiers.

Fig. 15: Taux de maturités professionnelles par branche



Source: OFS, présentation graphique par les auteurs

Le nombre de diplômés d'EMP pour chaque type de maturité donne une idée de leur répartition dans les diverses filières de formation. L'orientation choisie pour la maturité professionnelle détermine normalement la suite des études dans une HES.

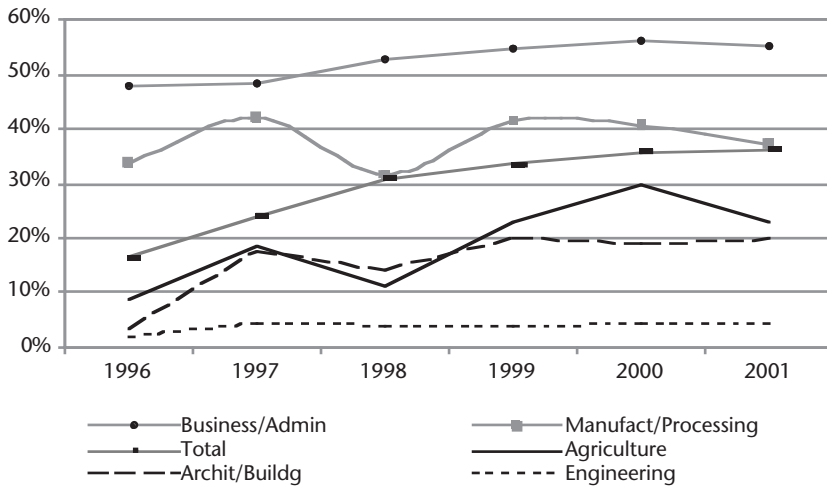
Le nombre des maturités professionnelles à orientation technique a progressé dans la seconde moitié des années nonante d'environ 2500 à près de 3000 (41%), celles à orientation commerciale de 1500 à 3770 (52%). Les parts des trois autres orientations se situent entre 1 et 5% seulement. En 2001, 338 personnes ont obtenu la maturité professionnelle à orientation artistique, 136 celle à orientation artisanale et 79 celle à orientation sciences naturelles (ancienne orientation technico-agricole). Il est encore trop tôt pour dégager des tendances générales car les orientations des maturités professionnelles ont été instaurées au milieu des années nonante et les grosses variations des chiffres enregistrés sont imputables à la phase de mise en place.

### **Proportion de femmes**

La proportion de femmes parmi les diplômés d'EMP a progressé de 24 à 36% au cours des cinq dernières années. Elle dépasse 50% dans le secteur «économie et administration» (business and administration), et correspond à la moyenne dans le secteur «artisanat, arts et métiers» (manufacturing and processing). Ce pourcentage atteint tout juste 20% dans la construction et reste constamment inférieur à 5% dans les métiers industriels et techniques.

Parmi les cinq orientations que comporte la maturité professionnelle, la proportion de femmes dépasse 50% depuis 1998 dans la filière commerciale, mais atteint tout juste 9% pour l'orientation technique, alors que l'effectif global de celle-ci la place au deuxième rang. Ce pourcentage n'a guère changé ces dernières années. Les diplômés ayant choisi les orientations artistique et artisanale comptent plus d'une moitié de femmes. C'est pour la maturité professionnelle artisanale que leur progression a été la plus forte. Et la proportion de femmes atteignait 16% en 2001 pour la maturité professionnelle sciences naturelles.

Fig. 16: Proportion de femmes dans les maturités professionnelles



Source: OFS, présentation graphique par les auteurs

Lorsque l'on compare la proportion de femmes dans les diplômes de maturités professionnelles avec leur présence dans les diplômes de fin d'apprentissage (probabilité relative), on constate ceci: le pourcentage de femmes aux niveaux EMP et HES est d'autant plus élevé qu'il est faible à celui du CFC. Il diminue plus que proportionnellement dans les branches où les femmes sont bien représentées – par exemple commerce ou agriculture. La probabilité de faire une maturité professionnelle après l'apprentissage est ici moins grande pour les femmes que pour les hommes. En d'autres termes, c'est plus particulièrement dans les secteurs où elles sont nombreuses que les femmes semblent avoir une certaine peine – ou un manque de motivation – à poursuivre leur formation dans une EMP ou une HES; un phénomène relevé par Leemann (2002) à propos des carrières féminines au niveau universitaire (voir chapitre 6).

Alors qu'en 2000 la présence féminine se chiffrait à 67% pour les CFC commerciaux par exemple, cette proportion tombe à 56% au niveau maturité professionnelle (probabilité relative [p rel.]: 0,84). Et l'on trouve 35% de femmes au premier semestre des HES (probabilité relative: 0,63). Le pourcentage de femmes est très bas dans les métiers techniques, mais ne diminue pas aux niveaux de formation supérieurs, où il tend au contraire à augmenter. C'est ainsi que la probabilité relative dépasse la valeur de 1 pour les métiers techniques, l'architecture et l'artisanat: dans ces branches, la probabilité que des titulaires d'un CFC fassent en plus une maturité professionnelle est plus forte pour les femmes que pour les hommes.

Fig. 17: Proportions de femmes en 2000

	CFC	EMP	p rel.	HES	p rel.
Business / Administration	67%	56%	0,84	35%	0,63
Manufacturing	31%	41%	1,32	–	–
Architecture	12%	19%	1,58	15%	0,79
Engineering	3%	4%	1,26	4%	0,86
Agriculture	47%	30%	0,64	21%	0,70

Source: OFS, présentation graphique par les auteurs

## Niveau tertiaire: hautes écoles universitaires

### *Etudiants débutants*

Le passage du gymnase à l'université est en général immédiat chez les hommes (taux de passage de 90% en 1999). Chez les femmes, ce taux n'est que de 75%, autrement dit une gymnasienne sur quatre n'entame pas d'études universitaires.

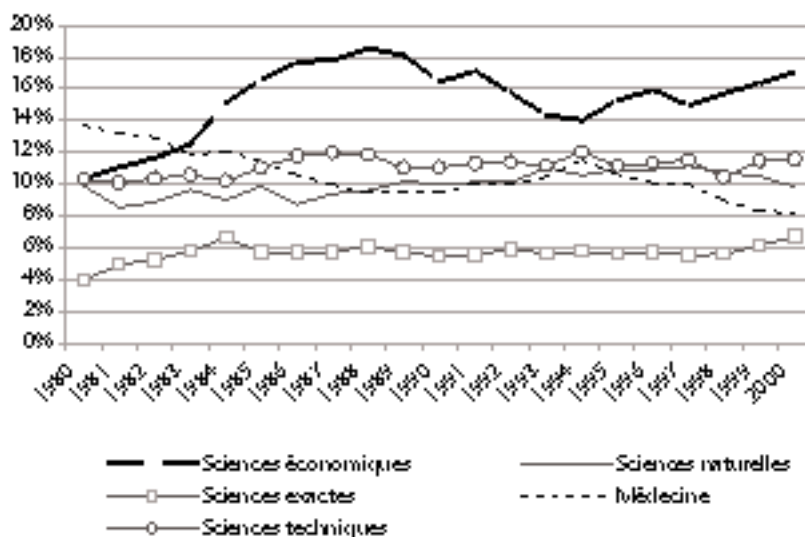
Les chiffres ci-après sont basés sur les données complètes des nouvelles immatriculations dans les hautes écoles suisses et reproduisent les nombres effectifs de femmes et d'hommes inscrits pour le premier semestre.

Le nombre d'étudiants débutants a augmenté de 50% depuis 1980 et dépasse aujourd'hui 18'000. La progression est de 26% pour les hommes, et de presque 90% pour les femmes – qui ont pratiquement rattrapé leur retard. Mais la proportion de femmes varie beaucoup d'une discipline à l'autre.

### **Mathématiques, sciences naturelles et exactes, sciences techniques**

Par rapport au nombre absolu d'étudiantes et d'étudiants qui débutent, on observe depuis 1980 une progression de 50% pour les sciences naturelles, de 155% pour les sciences exactes (mathématiques, physique) <sup>12</sup> et de 68% pour les sciences techniques. <sup>13</sup> Comparés à l'évolution globale de la population estudiantine, ces chiffres demeurent modestes: le taux de débutant(e)s stagne autour de 10% en sciences naturelles; progresse de 4 à 7% en sciences exactes et plafonne à 11% en sciences techniques.

Fig. 18: Répartition des effectifs au premier semestre par domaines d'études



Source: OFS, présentation graphique par les auteurs

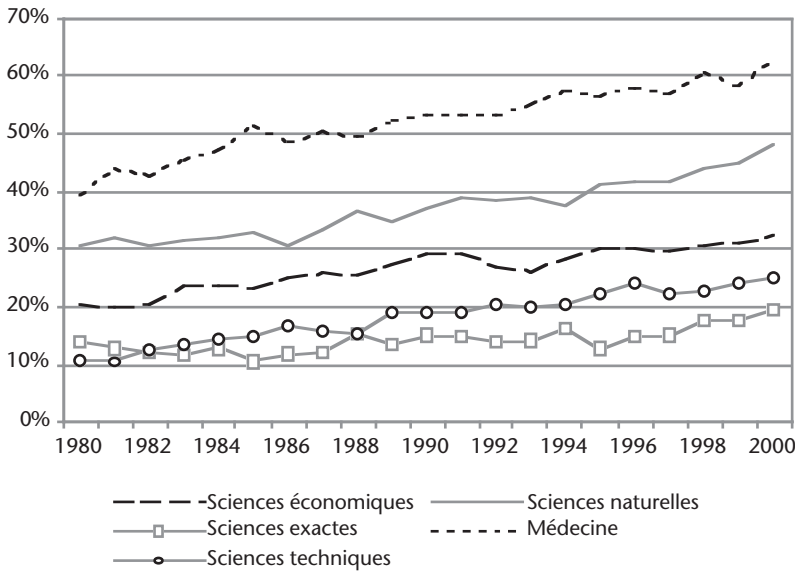
### **Proportion de femmes**

Cette proportion progresse d'environ 50% dans les sciences naturelles et techniques. En 2000, elle a atteint près de 50% dans les sciences naturelles et 25% dans les sciences techniques. C'est dans les sciences exactes que la présence féminine reste la plus faible: elle se chiffre aujourd'hui à tout juste 20% (14% en 1980).

12 L'OFS reprend la classification du SIUS (Système d'information universitaire suisse), dans laquelle les sciences exactes comprennent les mathématiques, la physique, la statistique et l'informatique.

13 La catégorie sciences techniques englobe les disciplines suivantes: sciences de la construction, géodésie, génies mécanique et électrique, agriculture et sylviculture, ainsi que divers domaines interdisciplinaires; il s'agit essentiellement de sciences appliquées.

Fig. 19: Proportions de femmes au premier semestre



Source: OFS, présentation graphique par les auteurs

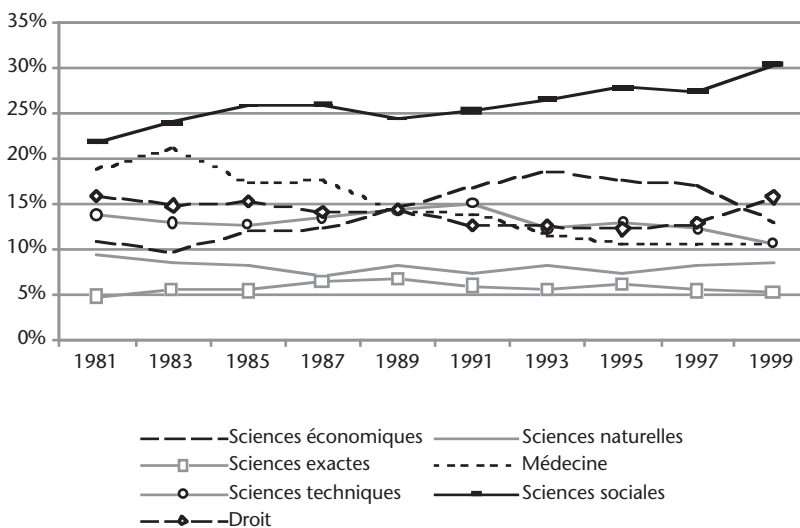
### Diplômés des hautes écoles universitaires

Les chiffres ci-après sont basés sur l'enquête menée en Suisse auprès des nouveaux diplômés.<sup>14</sup> Ils correspondent ainsi à des échantillons plus ou moins importants, que l'on peut cependant considérer comme représentatifs puisqu'ils résultent d'une enquête exhaustive comportant un taux de retour relativement élevé. Le nombre de premiers diplômes (licence, diplôme, examen d'Etat) obtenus dans les hautes écoles universitaires suisses a progressé de plus de 60% au cours des vingt dernières années. Le graphique ci-dessous indique l'évolution relative des premiers diplômés par branche.

14 Source: OFS, données des enquêtes auprès des nouveaux diplômés 1980–1999. Ces enquêtes sont réalisées tous les deux ans auprès des diplômés des hautes écoles suisses (également des HES depuis 1997); leur taux de retour est de 60% en moyenne.



Fig. 20: Diplômes universitaires par domaine d'étude



Source: OFS, présentation graphique par les auteurs

On observe une croissance frappante des premiers diplômés en sciences humaines et sociales (+8,5%) et, jusqu'au milieu des années nonante, en sciences économiques (+8%).

La proportion de premiers diplômés en sciences exactes plafonne depuis la fin des années quatre-vingt autour de 6%, tandis qu'elle a diminué de 5% au cours des années nonante en sciences naturelles et en sciences techniques.

Pour les sciences naturelles, cette évolution correspond à celle des étudiants débutants, tandis que les taux de diplômés régressent nettement en sciences techniques et stagnent en sciences exactes.

### Proportion de femmes

En 1999, c'est en sciences humaines et sociales (63%) et en médecine et pharmacie (57%) que la proportion de femmes est la plus élevée parmi les diplômés universitaires (niveau diplôme).

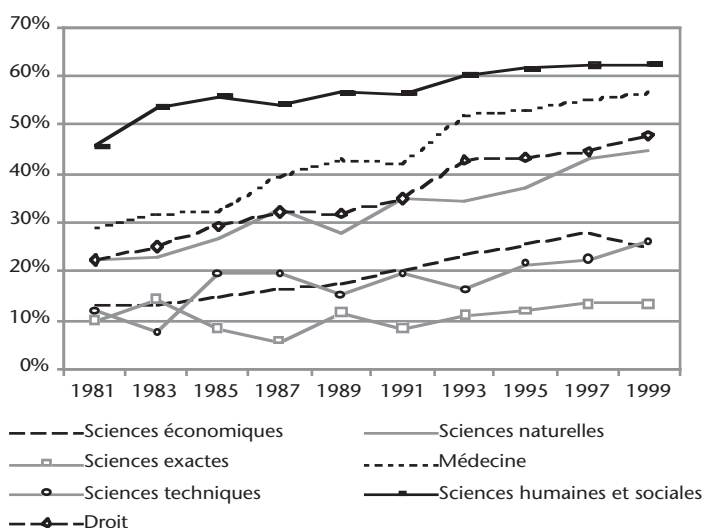
Leur présence en sciences naturelles a pratiquement doublé depuis 1981 et atteignait 45% en 1999.

Le pourcentage de femmes dans les formations d'ingénieurs (sans l'architecture) appartenant aux sciences techniques ainsi que dans les sciences exactes se chiffrait toujours à 10% en 1999, une situation qui n'a pratiquement pas changé au cours

des vingt dernières années. Seule l'architecture fait exception avec 40% de femmes diplômées.

La proportion de femmes demeure aussi relativement faible en sciences économiques, où elle atteint 25%.

Fig. 21: Premiers diplômés – proportion de femmes par domaines d'études



Source: OFS, présentation graphique par les auteurs

## Niveau tertiaire: hautes écoles spécialisées

### Etudiants débutants

Depuis la création des sept hautes écoles spécialisées suisses en 1997, le nombre d'étudiants débutants a pratiquement doublé pour atteindre un effectif global qui dépasse 8000.

En 2000, le domaine de la technique<sup>15</sup> et celui de l'économie absorbaient chacun environ un tiers des nouveaux étudiants; les chiffres correspondants étaient 10%

15 Le domaine technique englobe entre autres les disciplines suivantes: électrotechnique/automatisme, micro-électronique, génie électrique, informatique/télécommunication, technologies de l'information, génie mécanique et technologie d'exploitation, technique physique, etc.

pour les sciences de la construction et 2% pour le génie chimique.<sup>16</sup> Il est difficile de dégager des tendances générales car de nouvelles hautes écoles – donc de nouvelles filières de formation – ont obtenu ces dernières années la reconnaissance de la Confédération, ce qui modifie la répartition des étudiants.

Le pourcentage de femmes est de 4% en technique et de 15% en sciences de la construction. Il a augmenté dans les domaines de l'économie et du génie chimique, pour atteindre environ un tiers actuellement.

Un phénomène intéressant à constater est la progression du nombre d'étudiants des filières techniques en possession d'une maturité gymnasiale: leur proportion atteignait 10% en 2000. Gymnasiennes et gymnasiers considèrent de plus en plus qu'un diplôme HES technique peut être aussi valable que des études d'ingénieur à l'une des hautes écoles techniques universitaires (ETHZ ou EPFL).

### ***Diplômés des hautes écoles spécialisées***

Les résultats de l'enquête sur les nouveaux diplômés (haute école spécialisée) doivent être interprétés avec prudence puisque les échantillons étudiés sont souvent très petits. La période examinée va de 1993 à 1999. Il faut par ailleurs se souvenir que le paysage de la formation tertiaire s'est profondément transformé au cours de cette période (création des hautes écoles spécialisées).

Le nombre de diplômes obtenus diminue en sciences de la construction (-20%), ainsi que dans le domaine technique (-30%), tandis qu'il progresse en économie (+40%).

En 1999, la répartition des diplômes dans les différents domaines d'études se présente comme suit: technique (y compris génie chimique): 30%; sciences de la construction: 12%; économie: 23%; arts appliqués et arts visuels: 6%; travail social: 20%.

Ces chiffres confirment l'hypothèse selon laquelle le ralentissement conjoncturel survenu au milieu des années nonante a exercé une forte influence sur le choix des études. Cette influence se manifeste notamment dans la diminution des diplômes d'architecture dont le nombre tombe à 170 (-22%). Le total des diplômes obtenus dans le domaine de la technique descend à 791 (-30%), tandis que la métallurgie et la construction mécanique constituent le secteur où le recul est le plus marqué (-77%).

---

<sup>16</sup> Le domaine chimie regroupe notamment les disciplines ci-après: génie des procédés, chimie, biotechnologie, etc.

C'est en économie que la proportion de femmes a augmenté le plus. On observe aussi une légère progression dans les sciences de la construction mais le pourcentage de femmes stagne à moins de 2% en technique.

### **Formations tertiaires extra-universitaires**

Les filières d'études supérieures font suite à une formation complète au niveau secondaire II, ce qui signifie qu'elles présupposent normalement plusieurs années d'apprentissage. Les études professionnelles supérieures servent essentiellement à la formation des cadres et à la spécialisation.

Le brevet fédéral constitue une première étape après l'apprentissage (CFC); il est le fruit d'une année de formation complémentaire et le passage obligé pour l'obtention du diplôme fédéral. La proportion de personnes ayant obtenu le brevet fédéral (par rapport à la population résidante permanente de 23 à 29 ans) a constamment progressé au cours des vingt dernières années et dépasse à présent 8%. Une bonne moitié des brevets fédéraux sont obtenus dans les métiers commerciaux, environ 7% en informatique. On constate un recul dans les métiers techniques (construction mécanique, métallurgie, électronique), le bâtiment, l'agriculture et la sylviculture, ainsi qu'en économie familiale. Un brevet fédéral sur trois est obtenu par une femme.

Le diplôme fédéral – nommé également examen professionnel supérieur ou maîtrise – s'obtient après deux ans; son taux se maintient régulièrement au-dessus de 3% ces dernières années. On observe ici une évolution analogue à celle des brevets fédéraux: la part des professions commerciales est en augmentation (et dépasse maintenant 50%), tandis que les métiers techniques, de l'artisanat et des arts et métiers sont en perte de vitesse. La proportion de femmes était de 15% en 2001.

Le diplôme de haute école spécialisée est décerné après deux ans de formation à temps complet ou trois ans de formation en cours d'emploi. Il s'agit principalement de formations techniques (technicums) et commerciales, en gestion d'entreprise, en sylviculture ainsi que dans les branches du tourisme et de la restauration. Les diplômes de ce type ont augmenté d'environ 50% dans les années nonante et atteignent maintenant le chiffre de 3000, dont 24% sont obtenus par des femmes – un pourcentage qui a presque doublé au cours de cette décennie.

## Prévisions

Dans ses publications sur la formation dans les hautes écoles à l'horizon 2010<sup>17</sup>, l'OFS adopte un scénario qui chiffre à 15% la croissance du nombre d'étudiants entre 2000 et 2010 (113'000 étudiants en 2010, niveau postgrade compris). L'augmentation prévue pour les hautes écoles spécialisées est de 35% (26'000 étudiants en 2010).

Due essentiellement à des facteurs démographiques et à une présence féminine accrue dans les universités, cette progression ralentira fortement à partir de 2005 selon les prévisions de l'OFS.

On prévoit une augmentation des effectifs d'étudiants (niveau diplôme) de 27% en sciences humaines et sociales ainsi qu'en sciences économiques, le nombre de diplômes progressant de 24% respectivement de 38%.

Côté sciences exactes et naturelles, la croissance pronostiquée est de 15%, contre 6% seulement pour les sciences techniques. Celles-ci retrouveraient ainsi en 2010 leur niveau de 1990 après le recul enregistré à la fin du millénaire.

Plus de 80% de la croissance globale devraient être le fait des étudiantes, en nombre à peu près égal à celui des hommes à partir de 2006. L'équilibre des sexes au niveau des diplômes devrait être atteint en 2009. Le taux de promotion devrait passer à 40%, ce qui représenterait un doublement de cette valeur depuis 1990.

Par ailleurs, les doubles volées de bacheliers 2001/2002 devraient conduire à des nombres particulièrement élevés de diplômés entre 2006 et 2010.

## Conclusion

Dans les écoles de maturité, la part relative des filières scientifiques a diminué malgré la progression des effectifs. La proportion de femmes dans ces sections est de 30% à peine.

Côté formation professionnelle au niveau du secondaire II, la majorité des diplômes relèvent de l'économie et de l'administration – domaines où l'on observe également les plus grandes fluctuations. Les CFC techniques et industriels vont en

---

17 OFS (2002): Formation dans les hautes écoles: prévisions jusqu'en 2010.

diminuant, tandis que la formation d'apprentis dans les métiers de la construction et de l'artisanat végète à un bas niveau. Deux apprentis sur trois sont des apprenties dans l'économie et l'administration, mais une sur trois seulement dans les métiers de l'artisanat et des arts et métiers; et la présence féminine se limite à 5% dans les apprentissages industriels et techniques.

Les sexes sont très inégalement représentés dans les deux principales sections des écoles de maturité professionnelle (EMP): alors que la filière commerciale compte plus de 50% de femmes, celles-ci ne sont que 9% parmi les élèves qui optent pour l'orientation technique.

Les hautes écoles universitaires ont vu leurs effectifs augmenter fortement depuis 1980, mais la proportion d'étudiantes et d'étudiants qui se lancent dans les sciences naturelles ou techniques plafonne à 10%, tandis qu'elle progresse à 7% dans les sciences exactes. Ces trois domaines régressent au niveau des diplômes obtenus, et ce recul est particulièrement marqué dans les sciences techniques (architecture non comprise).

La proportion de femmes dans les hautes écoles universitaires se chiffre aujourd'hui à 45% en sciences naturelles, à 13% en sciences exactes et à 11% en sciences techniques (sans l'architecture).

Les sections techniques des hautes écoles spécialisées enregistrent des réductions de leurs effectifs et la proportion de femmes y est faible. Et ce phénomène est encore plus marqué pour le nombre de diplômés.

Si l'on admet que la répartition des effectifs dans les différents domaines d'études correspond à l'intérêt qu'y portent les étudiants, il apparaît que la maturité scientifique a perdu de son attrait. Il en va de même pour les sciences techniques dans les hautes écoles universitaires, tandis que l'on ne peut parler ici que de stagnation pour les sciences exactes et les sciences naturelles. Quant à l'avenir, l'OFS prévoit qu'à l'horizon 2010 le taux de croissance des effectifs dans ces disciplines correspondra à l'évolution moyenne de tous les domaines d'études. Il convient par conséquent de relativiser la thèse d'une perte d'intérêt pour les disciplines scientifiques.

La progression des femmes en sciences naturelles correspond cependant à une certaine désaffection du côté des hommes. Il apparaît ainsi que l'on ne va pas vers un éventuel manque de scientifiques, mais que ce domaine semble perdre de son attrait pour les hommes. Il faudrait cependant étudier le phénomène de plus près pour savoir ce qu'il en est effectivement du prestige des sciences naturelles et des professions qui s'y rapportent.

---

## 6 – Facteurs agissant sur l’attrait exercé par les filières scientifiques et techniques

Les analyses statistiques présentées dans le chapitre précédent nous conduisent à réfuter l’hypothèse d’une sérieuse perte d’attrait des branches scientifiques en Suisse. Nous faisons cependant les constatations suivantes:

- La maturité scientifique a perdu de son attrait.
- Il en va de même pour les sciences techniques dans les hautes écoles universitaires aussi bien que dans les hautes écoles spécialisées.
- Sciences exactes et sciences naturelles continuent de marquer le pas.

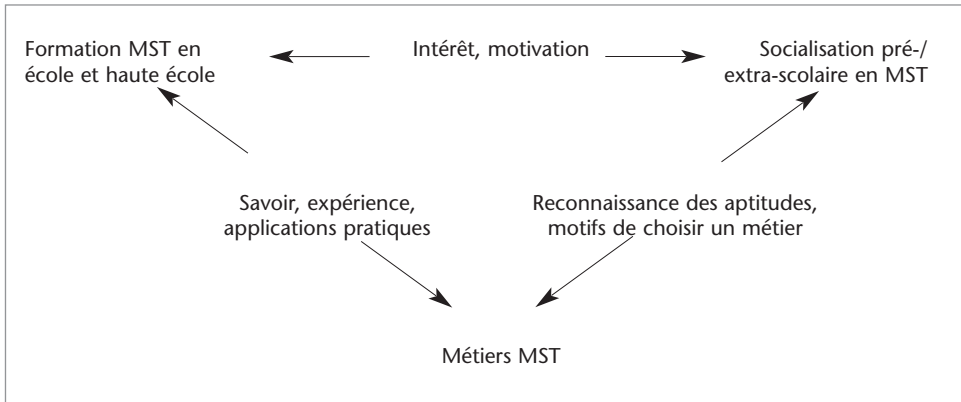
Par ailleurs, nous avons également observé ceci:

- Les femmes sont sous-représentées dans les filières menant aux maturités scientifiques.
- Dans les hautes écoles, la sous-représentation des femmes est très marquée en sciences exactes et en sciences techniques.
- Les femmes sont largement présentes dans les filières d’études relevant des sciences naturelles, alors que les effectifs masculins régressent dans ces disciplines.

Nous allons examiner les facteurs susceptibles d’agir sur l’attrait des domaines d’études en cause, puis (chapitre 7) passer en revue les mesures qui pourraient rendre ceux-ci plus attrayants.

Pour expliquer les motifs de désintérêt nous nous appuyons sur un schéma de Pfenning et al. (2002, 92) concernant les interactions entre formation technique, socialisation technique et métiers techniques. Nous appliquons ce schéma à toute la sphère mathématiques - sciences naturelles - sciences techniques (MST).

Fig. 22: Facteurs exerçant une influence sur l'attrait des études et des professions relevant des mathématiques, des sciences naturelles et des sciences techniques (MST)



Le schéma de Pfenning et al. visualise les relations entre les trois concepts (constructs) formation, socialisation et métier en tant qu'institutions sociales réunissant savoir, application pratique et compétence. Les flèches sont dirigées dans les deux sens pour indiquer que le processus est interactif: les résultats de la socialisation primaire peuvent être renforcés par l'éducation en MST ou par l'expérience professionnelle. C'est pourquoi il est important, selon Pfenning, d'harmoniser les mesures prises dans ces différents domaines.

Voici encore quelques explications sur les éléments du schéma et leurs interactions: Le processus préscolaire et extrascolaire de socialisation par le jeu et les loisirs suscite un intérêt pour les questions mathématiques, scientifiques et techniques, et cette fascination est une source de motivation à apprendre dans ces domaines. Inversement, un enseignement bien conçu et l'accumulation de compétences ont pour effet de développer l'intérêt et l'envie d'approfondir ses connaissances en dehors de la sphère scolaire. Une mise en contact précoce avec des questions mathématiques, scientifiques et techniques peut en outre aider à découvrir des goûts et des aptitudes, à élargir d'emblée le champ de l'orientation professionnelle et à prévenir sa limitation à un sexe déterminé. Cette orientation peut être alimentée par des expériences diverses et concrètes de la vie active, lesquelles, acquises par exemple dans le cadre de stages, mettront en lumière des prédispositions et des aptitudes, faciliteront le choix professionnel. Des conditions de travail attrayantes et autorisant une certaine marge de manœuvre – en particulier la compatibilité avec les tâches familiales – faciliteront le choix d'un métier dans la branche adoptée. A tous les niveaux du système éducatif, un enseignement stimulant, propice à l'assimilation et à l'action facilitera l'acquisition du savoir et du savoir-faire. Des contacts étroits entre milieux professionnels et enseignants mettront en



évidence des applications possibles; et celles-ci pourront de leur côté accroître l'intérêt manifesté pour l'enseignement.

## Socialisation pré- et extrascolaire en MST

### *Intérêt et motivation*

Selon Zwick et Renn (2000, 101), l'intérêt pour la technique (et pour d'autres sujets relevant de la sphère MST) ne revêt pas un caractère ponctuel; il résulte d'un vécu d'expériences accumulées et renforcées par les institutions sociales (école, formation professionnelle, orientation, service militaire, etc.). Les mécanismes suivants y contribuent fortement: attitude parentale positive et stimulante à l'égard du goût des enfants pour ce domaine; socialisation, liée au sexe, de talents existants à la maison, à l'école et dans la formation; participation spontanée au hobby du père.<sup>18</sup> Selon Engler et Faulstich-Wieland (1995), ce sont en général les pères qui encouragent ou, tout au moins, approuvent l'intérêt de leurs filles pour les questions techniques. Cockburn (1988) explique le peu d'influence qu'exercent les mères à cet égard par une sorte de cloisonnement entre invention, développement, entretien et réparation des dispositifs et appareils techniques d'une part, leur utilisation et leur maniement d'autre part. Les hommes sont plutôt familiers du premier domaine, les femmes du second; et lorsqu'on parle technique, c'est surtout le premier domaine qui est concerné.

Pour Zwick et Renn (2000, 56ss.), l'intérêt et la passion que l'on voue à la technique ont des composantes cognitives, instrumentales, évaluatives et affectives.<sup>19</sup> Dans beaucoup de milieux, le goût de la technique correspond à un ensemble constructif de connaissances, de savoir-faire, de compétences et d'expériences positives. Par rapport à l'éducation scolaire, cet intérêt signifie pour Prenzel (2002, 33) avoir du plaisir dans une branche (aspect affectif), considérer les sujets de cette branche comme importants et en reconnaître l'utilité (aspect cognitif), avoir le

---

18 Percevoir la technique comme un univers favorisant la créativité, l'imagination et un sentiment de fierté, dans lequel on a la possibilité d'acquérir des compétences et des aptitudes pratiques qui seront utiles plus tard et procureront des expériences vécues de réussite (à l'école, la compétence technique est un facteur de réceptivité à l'enseignement de la physique).

19 L'enfant acquiert une maîtrise cognitive de la technique en jouant de façon autonome, mais aussi à travers le modèle du père et sous la direction de celui-ci. Les éléments instrumentaux (relations pratiques, ludiques, expérimentales avec la technique) sont prépondérants et font de la technique une stratégie pour résoudre des problèmes et une source de créativité. Quant aux composantes évaluatives, elles correspondent au jugement positif que l'on porte sur une activité ou une aptitude. Très agissants, ces jugements de valeur des adultes et du cercle d'amis nourrissent explicitement des préjugés liés aux sexes. Sur le plan affectif, on associe la technique à des sentiments de plaisir ou de déplaisir, de fierté ou d'échec.

sentiment de participer (aspect social), se sentir apte à dominer ces sujets, car disposant d'assez de compétences et de talents (aspect métacognitif).

Zwick et Renn font remarquer que les élèves utilisent très souvent le terme de «plaisir» («Spas») lorsqu'on les interroge sur leurs intérêts scolaires et professionnels. Ces auteurs y voient davantage qu'une attitude affective: ce terme recouvre selon eux intérêts personnels, connaissances, aptitudes, compétences, nature de la relation élève-enseignant, qualité didactique de l'enseignement. «Comme le plaisir et l'intérêt constituent la base de la motivation personnelle, celle-ci donne lieu à des succès qui engendrent eux-mêmes des sentiments positifs» (Zwick & Renn 2000, 102). Les élèves basent ainsi leurs critères de perception et de jugement sur un vécu personnel de la réalité scolaire et de leur avenir universitaire et professionnel. Leurs décisions pour l'avenir reposent davantage sur le paradigme de la «société hédonistique» («Erlebnisgesellschaft», Gerhard Schulze) que sur des considérations stratégiques – chances et contraintes structurelles, besoins de la société (ibid.). Zwick et Renn estiment normal, dans un tel contexte, qu'il n'y ait guère d'échos aux appels lancés par les milieux politiques et économiques en faveur des études et des métiers scientifiques et techniques.

### ***Motifs du choix professionnel***

En ce qui concerne le choix des études et d'un métier, Pfenning et al. (2002, 98) considèrent qu'à bien des égards le profil des filières d'études et des métiers scientifiques et techniques, tel que le perçoivent les jeunes, ne correspond pas à leurs motifs intrinsèques d'autonomie professionnelle, d'activités variées et d'épanouissement personnel. Il semble en même temps, selon ces auteurs, que les motifs extrinsèques perdent progressivement du terrain, ce qui explique le manque d'attrait des professions considérées (ibid.). Zwick et Renn soulignent que l'on choisit en priorité ce qui correspond à des intérêts personnels et promet du plaisir; les réflexions stratégiques sur le marché de l'emploi viennent au deuxième rang et correspondent notamment à des ambitions de futurs gestionnaires d'entreprises et ingénieurs (Zwick & Renn 2000, 102). Prenzel confirme également que l'intérêt porté à une branche ou à un sujet constitue le critère déterminant pour le choix des cours, des études et du métier. Coûts, perspectives de carrière ou revenu possible sont aussi pris en considération, mais constituent des éléments accessoires de la décision (Prenzel 2002, 31ss.).

Cependant, des enquêtes économiques mettent en lumière l'influence significative de facteurs externes – carrière envisageable et revenu – sur le choix des études et de la profession. Le «rendement» des études universitaires peut varier considérablement en fonction de la durée de ces études et du revenu, et le critère économique est également pris en compte dans le choix des études et de la carrière.

Selon la théorie du capital humain, la notion de rendement de la formation correspond au profit matériel et non matériel de la formation (Becker 1964, Mincer 1974), lequel peut se calculer en termes de revenu (revenu annuel ou de toute une vie), de probabilité d'emploi, de risque de chômage ainsi que de probabilités d'avancement. Ce rendement, tel que l'anticipe l'étudiant, exerce une influence sur le choix des études.

Diverses études ont montré que les attentes en matière de revenus influent sur le choix de la profession. Il a été prouvé, notamment, que les étudiants sont à même d'évaluer correctement leur salaire initial en se basant sur la situation momentanée du marché de l'emploi et que leurs revenus prévisibles ont une influence significative sur les études qu'ils entreprennent (Dominitz 1998; Webbink & Hartog 2000; Wolter 2000; Wolter & Zbinden 2001).

Dans une étude américaine sur des étudiants en médecine, Nicholson et Souleles établissent que les espérances de salaires des futurs médecins influencent de manière significative le choix de la spécialisation. Ces attentes subjectives se basent sur les revenus momentanés des spécialistes correspondants; mais le sexe et les aptitudes individuelles modifient ces attentes (Nicholson & Souleles 2001).

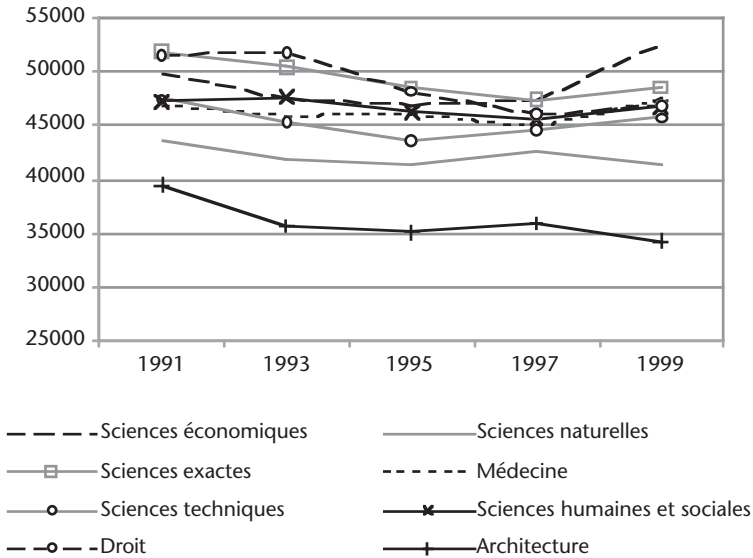
Jetons enfin un coup d'œil sur les salaires initiaux des jeunes diplômés de hautes écoles suisses <sup>20</sup>: on constate des différences d'une branche à l'autre. Les salaires de départ des diplômés en architecture, en sciences naturelles et en sciences techniques sont inférieurs à ceux obtenus dans d'autres domaines. Les scientifiques gagnent environ 10% de moins que la moyenne des diplômés. En 1999, ce sont les diplômés en sciences économiques qui obtenaient les plus hauts revenus (5% de plus que la moyenne de tous les domaines d'études).

Les graphiques ci-après indiquent les revenus annuels des diplômés par domaines d'études (épurés de l'inflation et standardisés sur la base de 1981). Ne sont pris en compte que les premiers diplômés (licence, diplôme, examen d'Etat) et les employés (sans stagiaires ni assistants):

---

20 Employés (hommes et femmes) sans assistants ni stagiaires. La nature du poste n'étant enregistrée que depuis 1991, nous ne pouvons indiquer que l'évolution des années nonante (OFS – enquêtes auprès des nouveaux diplômés).

Fig. 23: Revenus des diplômés de hautes écoles (premiers examens, en francs)

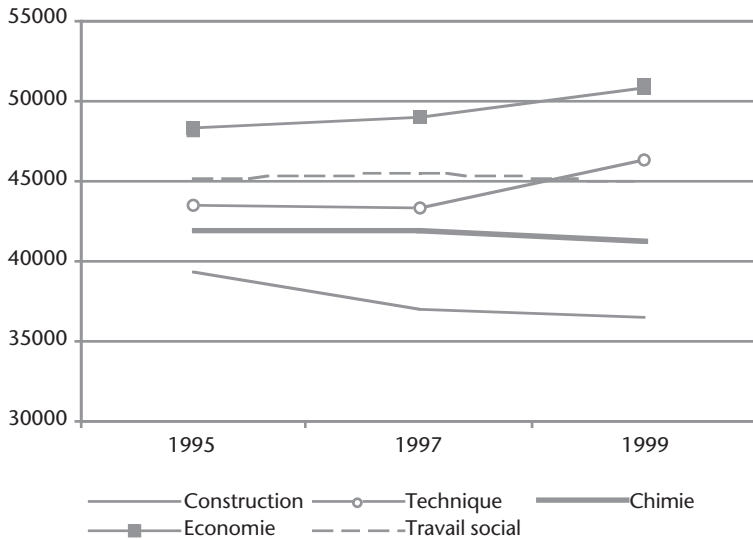


Source: OFS, présentation graphique par les auteurs

L'évolution des revenus est un peu différente du côté des hautes écoles spécialisées: les diplômés en sciences économiques et en technique <sup>21</sup> ont vu leurs salaires augmenter en valeur réelle, surtout vers la fin des années nonante, alors que les revenus ont stagné pour le génie chimique et régressé côté sciences de la construction.

21 Le domaine des études en sciences techniques comprend notamment les disciplines suivantes: technique automobile, électrotechnique, informatique technique, technique de chauffage/ventilation, télécommunication, métallurgie/construction mécanique, physique appliquée, technique de production, etc.

Fig. 24. Revenus des diplômés de hautes écoles spécialisées (en francs)



Source: OFS, présentation graphique par les auteurs

Les salaires d'entrée dans la vie active semblent réagir à la conjoncture, dans la mesure où la demande de diplômés des hautes écoles est soumise à des fluctuations cycliques dans les divers secteurs d'emploi. Mais comme l'enquête auprès des nouveaux diplômés n'enregistre que les salaires initiaux, il n'est pas possible de déterminer la part respective des facteurs structurels et conjoncturels dans les oscillations observées.

Les données disponibles et l'expérience acquise donnent à penser qu'il existe une corrélation entre motifs économiques et choix des études. Mais ces données ne permettent pas de vérifier cette hypothèse avec certitude. La recherche sur les choix professionnels a jusqu'ici complètement négligé cet aspect, plus particulièrement en Suisse.

## Formation scolaire et universitaire en MST

### *Formation scolaire*

#### CADRE ORGANISATIONNEL

Pfennig et al. (2002, 98) voient une carence institutionnelle dans le fait que la technique ne constitue pas une priorité de la formation scolaire. Lechner (1994, 105ss.) considère que la multiplicité des branches et la division des cours en unités de 45 minutes forment un cadre qui ne stimule guère l'envie d'apprendre. Il préconise par conséquent un enseignement pluridisciplinaire au secondaire I, ainsi qu'un enseignement intensif par cours groupés aux niveaux secondaires I et II (6 leçons de 2 heures par semaine). Les branches enseignées devraient être données par séries trimestrielles ou semestrielles. Des enquêtes portant sur l'apprentissage créatif en biologie, en chimie et en physique à l'Université Humboldt de Berlin ont également montré que les élèves peuvent acquérir simultanément des compétences générales et spécifiques lorsqu'ils apprennent à mettre en œuvre des méthodes de travail scientifiques. On a ainsi pu mettre en évidence des effets de transfert d'une discipline à l'autre. Des tests ont confirmé une meilleure attitude face au travail et moins de différences entre les sexes que dans le cadre de l'enseignement traditionnel, ainsi qu'une acquisition plus aisée de connaissances et de capacités. Ce modèle requiert non pas un alourdissement des horaires, mais une restructuration organisationnelle et didactique.

#### DIDACTIQUE DES DISCIPLINES

Constatant que les mathématiques et la physique occupent – auprès des filles en particulier – une position très médiocre sur l'échelle de popularité, beaucoup de chercheurs critiquent l'enseignement tel qu'il est dispensé actuellement. Zwick et Renn (2000, 109), par exemple, reprochent à l'enseignement de la physique son caractère abstrait et théorique, trop axé sur les mathématiques, n'accordant qu'une place marginale à la technique, sans rapport avec la vie de tous les jours.

Giordan et De Vecchi s'appuient sur leurs propres investigations et sur des études menées en Europe et aux Etats-Unis pour constater que l'enseignement de notions scientifiques souvent «ne passe pas», est mal assimilé et vite oublié. Selon eux, ce phénomène s'explique essentiellement par le fait que l'on ne tient pas assez compte des conceptions initiales que se donnent les apprenants du sujet traité; si l'on n'agit pas suffisamment sur ces conceptions, les nouvelles connaissances restent inassimilables pour les élèves (Giordan & De Vecchi 1994, 11).

Giordan et De Vecchi ont élaboré un modèle d'apprentissage allostérique, qui ne se contente pas d'intégrer le savoir préalable et les conceptions des élèves, mais leur permet de les déconstruire afin de les associer aux connaissances à acquérir;

car les élèves apprennent avec ce qu'ils sont et à partir du point où ils se trouvent. Le processus d'apprentissage correspond ainsi à une transformation progressive de la structure de pensée. Dans cette optique, les enseignants façonnent (par un «cocktail de paramètres») l'environnement didactique de manière à permettre l'assimilation du savoir. Ces chercheurs perpétuent et développent ainsi le principe d'apprentissage constructiviste, dont l'application en physique au secondaire II se limite généralement, selon Labudde, à un nombre restreint d'éléments dans l'enseignement quotidien (Labudde 1998, 11). Se fondant sur des interviews d'enseignants, Labudde a constaté qu'un enseignement plus constructiviste de la physique se heurte aux obstacles suivants:

- Temps disponible et volume du contenu: très présent à l'esprit des enseignants, le volume de matières à enseigner détermine la façon de planifier et de dispenser les leçons de physique.
- Méthodes d'enseignement: la panoplie est maigre (enseignement par questions-réponses, exposés et expériences de démonstrations, peu d'expériences réalisées par les élèves) et dominée par des formes centrées sur l'enseignant.
- Communication, débat, discours: l'enseignement de la physique est souvent peu «communicatif».
- Variations du rôle de l'enseignant: celui-ci adopte rarement les rôles de conseiller ou d'animateur d'un débat.
- Connaissances scolaires préalables: peu d'enseignants tentent d'intégrer explicitement le savoir acquis au secondaire I dans les leçons de physique du secondaire II.
- Rapport avec l'être humain: il a peu d'importance pour les enseignants interviewés (Labudde 2000, 369ss.).

Heinz Durner signale des carences de l'enseignement dans les gymnases allemands et conclut en substance: «Il est inquiétant de constater que les découvertes scientifiques et techniques des dernières décennies ne sont pas suffisamment évoquées et enseignées aujourd'hui dans les gymnases. La cause première de ce phénomène tient à la formation et à la qualification des enseignants dans les universités. Si la première phase éducative ne procure pas suffisamment de connaissances spécialisées, ne suscite pas curiosité et envie d'explorer de nouvelles voies, les jeunes enseignants sont impuissants à exploiter ce qu'il y a de fascinant dans les découvertes fondamentales et les théories qui en découlent, pour éveiller l'intérêt de leurs élèves pour les sciences.»

Et plus loin: «Il manque une mise en forme systématique, didactiquement au point, des recherches et des découvertes fondamentales en physique, en chimie, en biologie, ainsi que dans les domaines interdisciplinaires apparentés» (Durner 2002, 73ss.).

## VÉCU SCOLAIRE

Selon Zwick et Renn (2000), de même que pour Engler et Faulstich-Wieland (1994), le choix des études est largement déterminé par le vécu scolaire – cours d’approfondissement, branches favorites et celles où l’élève est particulièrement performant ou qui éveillent son intérêt.<sup>22</sup> Les élèves considèrent cependant la biologie, la physique et la chimie comme des branches ennuyeuses, monotones, stériles (Zwick & Renn 2000). Ils trouvent aussi les cours trop difficiles, enregistrent peu de réussites dans ces branches et comprennent mal les phénomènes physiques et chimiques (Lechner 1994, 104). Le sentiment subjectif de compétence est également un facteur décisif pour le choix des branches au niveau du secondaire I (Schecker & Klieme dans Herrmann 2002, 66).

## *Formation universitaire*

### SITUATION DES ÉTUDIANTS ET CONDITIONS D’ÉTUDES

Les études d’ingénieur se caractérisent souvent par un «surmenage archistrukturé» («hochstrukturierte Leistungsüberforderung»), des délais serrés, du stress, des obstacles difficiles à surmonter (Bargel dans Engler & Faulstich-Wieland 1995, 91). Voilà du moins ce qui ressort d’une enquête menée en 1995 auprès d’étudiants de la Technische Universität Hamburg-Harburg (TUHH) et de la Fachhochschule Hamburg. A la TUHH, le goût pour les études s’amointrit pour les raisons suivantes:

- manière d’enseigner de certains professeurs (mal structurée, sans rapport avec la pratique, sans intérêt),
- épreuves (surchargées) et taux d’échec élevés (comme moyen de dissuasion) et
- quantité de matière à assimiler (volume par rapport au temps disponible).

A la haute école spécialisée de Hambourg on critique:

- les programmes surchargés,
- le contenu des cours (simple accumulation de savoir, manque de réflexions fondamentales et d’approfondissements),
- les matières (ne correspondant pas à l’état actuel de la technique),
- l’aménagement et l’équipement des locaux (classes sans fenêtres, manque de places assises, équipements de laboratoires obsolètes) et
- les propos discriminatoires de professeurs à l’égard des femmes.

---

22 Etude basée sur 667 interviews standardisées en 1999 (236 avec des étudiants débutants en construction, économie d’entreprise, chimie et allemand, et 431 avec des gymnasiennes et gymnasiens de 12e et de 13e années dans la région de Stuttgart).



Une étude menée actuellement en Suisse par l'Observatoire EPFL, consacrée au choix des études et aux premières expériences des étudiants et surtout des étudiantes, met également en lumière des problèmes de motivation et une forte pression sélective au niveau des études de base dans les branches scientifiques et techniques. Elle porte sur les études techniques et scientifiques dans les deux écoles polytechniques fédérales et les universités cantonales de Lausanne et de Zurich. Le problème se pose pour les deux sexes, mais on peut supposer que les ressources permettant de le surmonter varient selon qu'on est un homme ou une femme, tout en dépendant aussi de la classe sociale. Une seconde partie de cette étude doit apporter des éclaircissements sur la motivation des étudiants et l'idée qu'ils se font de leur futur métier, sur leur relation aux mathématiques (branche importante dans les études de base), sur leurs difficultés d'adaptation aux études supérieures et sur les améliorations possibles. La publication est prévue pour 2003 (Anne-Françoise Gilbert, Observatoire EPFL, étude réalisée pour un congrès à la Hochschule Bremen, 2002).

#### PERSPECTIVES DE CARRIÈRE SCIENTIFIQUE (EN PARTICULIER POUR LES FEMMES)

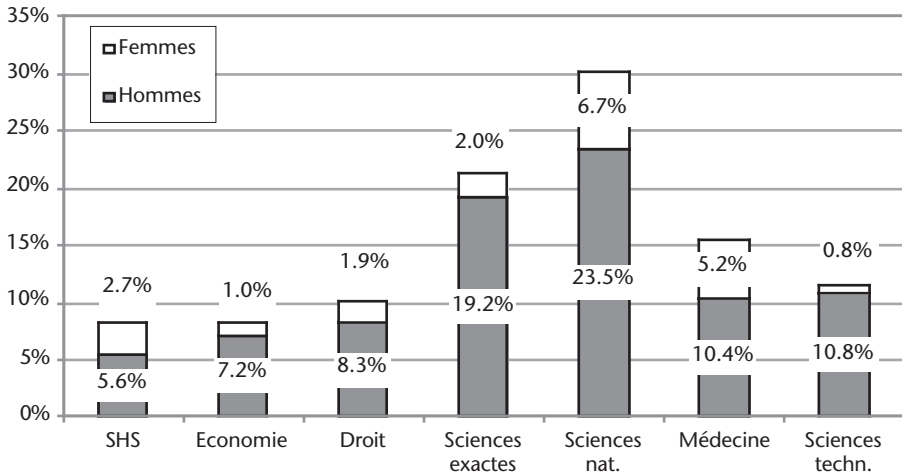
L'enquête auprès des nouveaux diplômés a montré que la proportion de ceux qui font un doctorat varie beaucoup selon les disciplines. Elle atteint presque un tiers en sciences naturelles, largement 20% en sciences exactes et seulement 9% environ pour les sciences humaines et sociales. C'est en sciences naturelles et en sciences exactes que les études sont le plus fréquemment suivies d'une thèse de doctorat.

Fig. 25: Taux de doctorats dans les diverses disciplines

Sciences humaines et sociales	9%
Economie	8%
Droit	11%
Sciences exactes	21%
Sciences naturelles	30%
Médecine	16%
Sciences techniques	10%

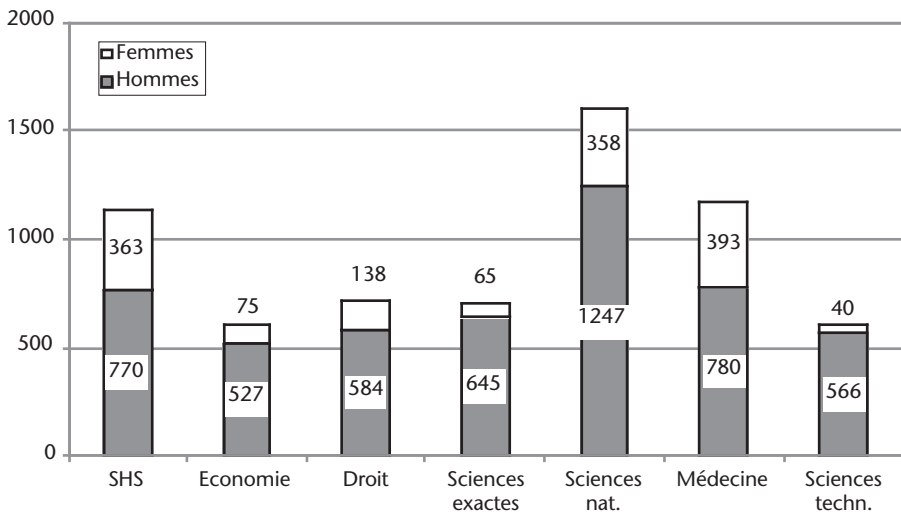
La proportion de femmes parmi les doctorants est de 22% en sciences naturelles, de 10% à peine en sciences exactes et de plus de 30% en sciences humaines et sociales (SHS). En valeurs absolues, les femmes qui passent un doctorat sont à peu près aussi nombreuses en sciences humaines et sociales, en sciences naturelles et en médecine (pharmacie comprise).

Fig. 26: Taux de thèses par domaine d'études et par sexe



Source: OFS, présentation graphique par les auteurs

Fig. 27: Nombre de thèses par domaine d'études et par sexe



Source: OFS, présentation graphique par les auteurs

Regula Julia Leemann (2002) interprète la sous-représentation féminine au niveau des thèses de doctorat comme une inégalité des chances liée au sexe et à l'origine sociale. Ayant observé des processus de sélection sociale et personnelle en sciences, elle les décrit comme des formes de renoncement spontané ou une manière de discriminer les femmes et de les exclure d'une carrière universitaire.

Selon Leemann, la probabilité de commencer une thèse après la fin des études est deux fois plus élevée pour les hommes que pour les femmes. Celles-ci ont moins de chances de faire un doctorat en langues, en droit, en sciences sociales, économiques ou techniques qu'en sciences humaines ou de la culture. Leurs possibilités de promotion sont également réduites en sciences exactes, mais un peu meilleures en sciences naturelles uniquement (Leemann 2000, 120). Les chances de commencer une thèse s'amenuisent avec le temps à partir de l'obtention de la licence et cette réduction des chances est plus rapide chez les femmes que chez les hommes. Le sexe est à cet égard un facteur particulièrement négatif en sciences humaines et sociales ainsi qu'en médecine, disciplines particulièrement prisées par les femmes: «Les femmes ont moins de chances de faire un doctorat que leurs condisciples masculins dans les branches mêmes où elles sont sur-représentées en tant qu'étudiantes» (ibid., 134).

Il en va de même pour les sciences naturelles. Leemann constate une égalité des sexes dans les sciences exactes et les sciences techniques, et elle l'explique par le facteur concurrence: dans les disciplines où elles ne représentent qu'une petite minorité, les femmes ne sont pas ressenties comme une concurrence de sorte qu'on les encourage autant que leurs collègues masculins. Beaucoup plus nombreuses en sciences naturelles, les femmes se heurtent à des réactions de défense contre la féminisation de ce domaine (ibid., 136). Des enquêtes plus détaillées seraient nécessaires pour savoir dans quelle mesure les étudiants débutants anticipent les carrières scientifiques envisageables et si ce facteur influe sur le choix des domaines d'études.

Claudia Spiess Huldi (2002) met en lumière un autre aspect dans son étude concernant l'influence que des obligations familiales peuvent exercer sur le passage à la vie active. Une analyse secondaire de l'enquête de 1999 auprès des nouveaux diplômés lui permet de constater que les diplômés des hautes écoles – plus particulièrement les femmes – ayant des obligations familiales (enfants) acceptent beaucoup plus rarement un poste revêtant un caractère formateur (par ex. poste d'assistant ou de doctorant). Il y a dans des postes de ce type deux fois plus de femmes sans enfants que de femmes ayant des enfants à charge (30% contre 14%). Parmi les diplômés en sciences et les ingénieurs, les personnes ayant fondé une famille occupent plus fréquemment des postes qui n'exigent pas de diplôme universitaire (Spiess Huldi 2002, 234ss.). Le fait d'avoir des enfants à charge diminue ainsi la

probabilité que l'on poursuive sa formation dans la perspective d'une carrière universitaire. Par ailleurs, il est manifeste que les diplômés en sciences naturelles et les ingénieurs (hommes et femmes) parviennent moins facilement que d'autres universitaires à exercer une activité professionnelle en accord avec leur formation. On peut en déduire que les femmes, en particulier, anticipent cette problématique au moment de choisir des études et optent moins souvent pour des filières dont l'aboutissement logique est un doctorat en vue de la future activité professionnelle. Le premier diplôme universitaire a une importance et un statut qui varient d'une discipline à l'autre.

## Professions relevant du domaine MST

### *Processus de choix professionnel*

Pfenning et al. (2002) observent que la politique du personnel pratiquée par le monde économique – principal champ d'activité des ingénieurs et des diplômés en sciences naturelles – détermine dans une large mesure l'image des professions considérées et exerce ainsi une influence sur les choix des jeunes diplômés. Selon ces auteurs, les licenciements massifs opérés au début des années nonante par beaucoup de grandes entreprises en raison des fluctuations conjoncturelles ont suscité une attitude d'abstention des jeunes à l'égard des métiers en question.

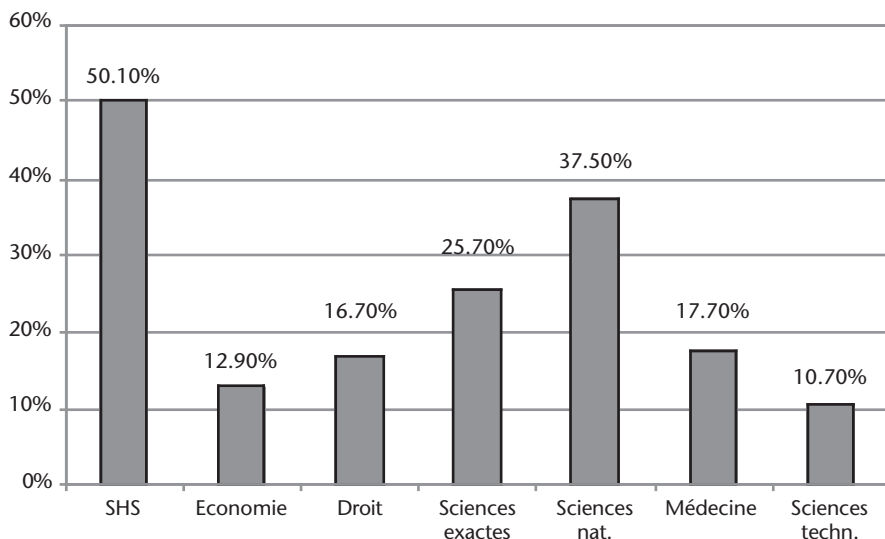
Selon Badgarjanjanz, l'évolution technologique, économique et sociale transforme comme suit les professions scientifiques et techniques: ces activités perdent une partie des spécificités propres aux disciplines considérées pour inclure un point de vue dynamique, utilisant l'informatique pour résoudre des problèmes techniques complexes. Il s'agit d'intégrer dans la réalisation de nouveaux produits les besoins du client, le potentiel technologique des fournisseurs, la connaissance des processus de fabrication les plus rentables, les techniques et les compétences spécifiques de l'entreprise, ainsi que les acquis scientifiques et les tendances décelables du marché. Et la compétitivité est aussi le résultat de processus de communication intensifs, associés à l'aptitude à travailler en équipe, au maintien de l'avance et à l'exploitation systématique du capital de savoir. Cet auteur appelle par conséquent l'université et l'économie à intensifier leur dialogue afin de dépasser les clivages culturels qui se dessinent. Il est essentiel que l'enseignement universitaire dispense des compétences sociales et les principes d'une pensée en réseau (voir didactique des disciplines) (Badgarjanjanz, 2000). Il s'agit également d'expliquer ce qui change dans les professions et de procurer aux jeunes sur le point de choisir un métier des contacts étroits avec le monde du travail et des aperçus vivants de celui-ci.

Plusieurs projets en cours dans le cadre du Programme national de recherche 43 (Formation et emploi) se penchent sur le processus qui aboutit au choix d'une pro-

fession, ainsi qu'au passage de la formation initiale à la vie active (Herzog, Neuenchwander & Wannack 2002; Meyer et al. 2002; Sackmann 2002). On peut escompter que ces projets permettront de mieux connaître les mécanismes de choix et les principaux facteurs qui régissent la transition des études à l'exercice d'un métier.

En ce qui concerne les femmes, on peut admettre que les stéréotypes, toujours très répandus, empêchent de découvrir et/ou d'encourager suffisamment leur talent ou leur goût pour les professions dont il est question ici. Les femmes se montrent d'ailleurs réservées à l'égard de ces domaines d'activité parce qu'elles en connaissent mal la diversité et les développements possibles – notamment en raison d'un manque de modèles féminins. Comme les femmes incluent dans le choix de leur métier le critère de la compatibilité entre vie professionnelle et famille, il y a également lieu de penser que les informations dont elles disposent – ou des suppositions – les portent à considérer la conciliation entre sphères professionnelle et privée comme un sérieux problème dans ces domaines. Une analyse de l'emploi à temps partiel de diplômés de hautes écoles en Suisse montre qu'elles n'ont pas entièrement tort sur ce point: la proportion de diplômés occupés à temps partiel varie considérablement selon les domaines; médecine mise à part, les professions comportant un faible taux d'emplois à temps partiel sont également celles où les femmes sont relativement rares.

Fig. 28: Proportions de diplômés (femmes et hommes) des hautes écoles occupés à temps partiel



Source: OFS, présentation graphique par les auteurs

Dans la mesure où femmes et hommes n'accordent pas la même importance à la possibilité d'obtenir un emploi à temps partiel, on pourrait y voir un critère de plus dans le choix des études. Dans une enquête sur la corrélation entre travail et études choisies, Benbow et Lubinski (2000) observent entre autres des différences entre les sexes sur le plan de l'intérêt et du but que l'on s'est fixé dans la vie. Ce but (carrière, famille, etc.) joue à l'évidence un rôle décisif dans le choix d'une occupation à plein temps ou à temps partiel (voir plus haut).

Pour motiver davantage de femmes à suivre une formation ou des études en mathématiques, en sciences ou dans le domaine technique, il serait indispensable que des changements interviennent non seulement dans la culture et dans l'image de ces professions, mais aussi dans leur organisation.

---

## 7- Mesures visant à accroître l'attrait des études en mathématiques, en sciences et dans les branches techniques

Ce chapitre présente un certain nombre de mesures envisagées en Suisse et à l'étranger dans le but d'accroître l'attrait des études en mathématiques, en sciences et dans le domaine technique. Ce dernier est inclus dans notre réflexion conformément à l'analyse qui a été faite de cette problématique (voir chapitre 6). Et comme nous sommes confrontés en Suisse à une sous-représentation flagrante des femmes dans les sciences exactes et dans les sciences techniques, il est également question ici des interventions destinées à augmenter la présence féminine dans ces domaines.

Nous reprenons la structure adoptée pour le chapitre 6, qui peut ainsi servir de repère. Les considérations générales sont assorties d'exemples concrets.

### Socialisation pré- et extrascolaire en MST

#### *Eveiller l'intérêt*

Divers auteurs, tels Pfenning et al. 2002, concluent sur la base de leurs investigations que le fait d'avoir des contacts précoces et ludiques avec des questions de nature mathématique, scientifique ou technique porte à opter ensuite pour des études dans ces domaines. Les conditions sont particulièrement favorables à cet égard lorsque le père ou la mère exerce une profession correspondante. Outre la stimulation parentale, sur laquelle on n'a guère d'influence, le jardin d'enfants offre des possibilités intéressantes de sensibilisation à des thèmes scientifiques notamment. Les enfants en âge préscolaire sont très réceptifs à ce genre de thèmes et la différence entre les sexes est encore peu marquée. Un bon exemple à cet égard est

le projet de Gisela Lück, dans lequel environ 5000 enfants ont fait des expériences simples de chimie dans le cadre du jardin d'enfants. Les filles aussi bien que les garçons – quelle que soit leur origine sociale – ont manifesté énormément d'intérêt pour ces expériences et plus de la moitié des enfants s'en souvenaient encore très bien six mois plus tard (voir Lück 2000).

Outre la formation préscolaire, l'éducation extrascolaire revêt aussi une grande importance pour éveiller ou entretenir l'intérêt pour les sciences et la technique. Des musées techniques, des laboratoires futuristes, etc. traitent régulièrement des problèmes de société (par ex. génie génétique) ou contribuent à des débats d'actualité (par ex. sur les énergies renouvelables). Institutions de formation continue et universités populaires peuvent étoffer les connaissances mathématiques et scientifiques ou le savoir-faire technique (utilisation de l'informatique, Internet) des parents et modifier ainsi l'influence que ceux-ci exercent sur leurs enfants.

Pfenning et al. (2002, 89) comptent sur le débat public pour améliorer l'image de la technique. Ils estiment que la désaffection dont souffre cette discipline tient à une réputation de domaine ardu, comportant de fortes probabilités d'échec.

#### **EXEMPLE CONCRET: «FORUM EDUCATION ET TECHNIQUE»**

Il est prévu de créer en Suisse un «Forum Education et technique» sous l'impulsion de l'association Ingénieurs et avenir (INGCH) et de l'Académie suisse des sciences techniques (ASST), qui s'attachent à promouvoir la profession d'ingénieur(e) et la relève dans ce domaine. Ce forum aura pour mission de faire en sorte que les institutions de formation, les associations professionnelles et les organisations poursuivant des buts analogues s'efforcent d'intéresser les jeunes à la technique depuis la petite enfance jusqu'à l'entrée dans la vie active, notamment par les méthodes de la pédagogie moderne. Son objectif consistera à promouvoir les compétences techniques en tant qu'élément de la culture générale, dans des contextes aussi bien scolaires qu'extrascolaires. Il s'agira ainsi de faire connaître les prestations offertes par les différents acteurs qui s'occupent de culture technique et de coordonner leurs activités à l'aide d'une banque de données. Ce forum entretiendra également des relations régulières avec les médias et s'emploiera à diffuser largement le postulat «la compétence technique fait partie de la culture générale» auprès du public et des leaders d'opinion. Le projet est élaboré en étroite collaboration avec la Conférence suisse des directeurs cantonaux de l'instruction publique (CDIP) et bénéficie de l'appui de l'Office fédéral de l'éducation et de la science (OFES) ainsi que de l'Office fédéral de la formation professionnelle et de la technologie (OFFT).

#### **EXEMPLE CONCRET: MINI U ET MINILAB**

Le Laboratoire de didactique et d'épistémologie des sciences (LDES), à l'Université de Genève, fait de la recherche en didactique des sciences et forme des enseignants dans ce domaine. Par ailleurs, il développe (en collaboration avec les étudiants) des activités d'animation très diverses. Il a réalisé ainsi la miniU ou le miniLab, où les enfants de quatre ans et plus découvrent en jouant divers sujets, des travaux et des spécialistes du monde scientifique. Pour les enfants petits et grands, le laboratoire organise aussi des productions théâtrales ainsi que des concours autour de ces sujets.

[www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/giordan/LDES/prod/produced/mini\\_u/mini\\_u.html](http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/giordan/LDES/prod/produced/mini_u/mini_u.html)

#### **EXEMPLE CONCRET: KIDSINFO**

L'Association suisse des femmes ingénieures (SVIN/ASFI) a lancé un projet destiné à inoculer la fascination des métiers techniques aux élèves des écoles primaires. Il faut que filles et garçons voient que ces métiers peuvent être passionnants pour les deux sexes. Les enfants reçoivent des images et des informations qui correspondent à ce qu'ils verront plus tard dans leurs leçons de chimie ou de physique par exemple. Ces images leur permettront de situer les professions d'ingénieurs. De plus, les enfants font la connaissance de femmes qui exercent des professions techniques à l'occasion de présentations interactives d'une heure données par des femmes spécialistes. Cela motive les écolières curieuses de technique et les encourage à s'y intéresser de plus près. L'organisation KIDSinfo aide les enseignants qui profitent de cette offre à dispenser un enseignement propice à la culture technique et à l'égalité des sexes (voir [www.kids-info.ch](http://www.kids-info.ch), en allemand seulement).

#### ***Promouvoir les MST dans l'orientation scolaire et professionnelle***

Les jeunes peuvent choisir leurs études et leur métier en étant guidés par des motifs intrinsèques, tels que l'intérêt pour une branche, aussi bien que par des motifs extrinsèques d'ordre économique par exemple (voir plus haut). Les mesures destinées à rendre les professions scientifiques et techniques plus attrayantes cherchent surtout à éveiller l'intérêt et à diffuser des informations concrètes, notamment sur les réalités des métiers en question. Le but est avant tout de corriger les idées fausses et de mettre en lumière la diversité de ces activités, leurs relations aux gens et aux choses, la liberté de s'organiser que peuvent offrir ces professions.

#### **EXEMPLE CONCRET: PORTRAITS DU MONDE DU TRAVAIL**

L'association Ingénieurs et avenir (INGCH) présente sous la rubrique «Carrière» de son site Internet ([www.ingch.ch](http://www.ingch.ch)) des portraits d'ingénieurs femmes et hommes (en allemand) et d'entreprises qui occupent ce genre de spécialistes. Cette association organise également des cours et des séminaires d'information à l'intention des orienteurs professionnels et publie régulièrement des profils actualisés de métiers d'ingénieurs.



### *Dégager la voie pour les femmes*

Etant donné les facteurs spécifiques qui découragent les femmes d'opter pour des études ou un métier dans les mathématiques, les sciences ou la technique, il importe de mener des campagnes bien ciblées pour combattre les stéréotypes et les conceptions floues, pour donner aux femmes une idée précise de la formation et des réalités professionnelles et pour aplanir les obstacles à une carrière féminine dans ces disciplines.

Au moment de choisir leur voie, les jeunes filles doivent avoir l'occasion d'examiner de très près la réalité des métiers scientifiques et techniques. Dans le cadre d'un projet de la Technische Universität (TU) Braunschweig intitulé «Technik zum Begreifen – speziell für junge Frauen» (traduction libre: «pour faire saisir la technique aux jeunes femmes – mentalement et manuellement»), on a proposé entre 1993 et 1995 des journées de découverte technique aux filles du secondaire, ainsi que des stages pour les gymnasiennes dans des instituts de la TU et des entreprises. Les réactions des participantes ont été très positives. L'expérience directe, un excellent encadrement et le plaisir de fabriquer elles-mêmes une pièce ont permis aux filles de connaître diverses facettes du métier d'ingénieur et d'avoir une tout autre idée de leurs dons réels face à des problèmes techniques et aux efforts nécessaires pour les résoudre. Ces élèves ont révisé à la hausse l'opinion qu'elles avaient de leurs aptitudes techniques et beaucoup d'entre elles ont changé de regard sur les branches scolaires. Il s'est avéré que ces journées techniques étaient un bon moyen de faire réfléchir les filles sur leur potentiel de compétences et d'élargir le champ des professions envisageables. Par ailleurs, les jeunes filles des deux groupes ont plutôt rejeté l'idée que les femmes sont désavantagées et ont besoin d'un encouragement spécial; elles estimaient que concilier métier et famille est une affaire à régler personnellement plutôt qu'un problème de société.

Parents et personnel d'encadrement dans les institutions ont eux aussi considéré ces offres d'initiation comme extrêmement utiles. Les évaluatrices estiment qu'il convient de poursuivre les journées de découverte, les stages et les séances d'information sur les métiers techniques, tout en faisant preuve de bon sens sur la question des préjudices causés aux femmes, et de compléter ces interventions par une orientation professionnelle élargie. Elles ont également recommandé de maintenir et de développer le réseau haute école-gymnases-entreprises (Wender et al. 1996, 150ss.).

#### **EXEMPLE CONCRET (MESURES EN FAVEUR DES FEMMES): PROJET 16+, TECHNO-GIRLS, ETC.**

Il convient de mentionner dans ce contexte la campagne de sensibilisation que les bureaux de l'égalité fédéral et cantonaux ont lancée sous le slogan «les métiers n'ont pas de sexe», dans le but d'élargir l'horizon des choix de carrière et d'encourager femmes et hommes à trouver leur voie sans tenir compte du critère du sexe. Cette campagne a trouvé une concrétisation institutionnelle dans les arrêtés

fédéraux sur les places d'apprentissage, promulgués pour rendre les apprentissages plus attrayants et mettre fin au manque de places disponibles. L'arrêté fédéral II accorde une importance centrale à l'égalité entre femmes et hommes et le Projet 16+ a été lancé tout exprès dans l'idée d'améliorer la formation des jeunes femmes et de promouvoir l'égalité entre les sexes. Conçu dans une perspective très large, ce projet vise non seulement les filles et les jeunes femmes, mais aussi les parents (voir «journée des filles»), les enseignants, les maître(sse)s d'apprentissage et le grand public (voir [www.16plus.ch](http://www.16plus.ch)). En Allemagne, une campagne analogue s'adresse aux filles des 5e aux 10e années d'école et leur permet de se familiariser avec toutes sortes de métiers (voir [www.girls-day.de](http://www.girls-day.de)).

Afin de motiver les gymnasiennes pour des études en MST, diverses associations professionnelles féminines (ingénieures, universitaires, aménagistes, environnementalistes) de Suisse alémanique ont créé une plate-forme intitulée «Techno-Girls» offrant aux jeunes femmes des contacts directs et concrets avec ces métiers dans le cadre de projets d'une semaine et d'ateliers (voir [www.techno-girls.ch](http://www.techno-girls.ch)). Il existe en Allemagne une plate-forme analogue qui encourage les femmes à devenir ingénieures ou informaticiennes ([www.be-ing.de](http://www.be-ing.de)).

Si l'on songe également aux motifs extrinsèques de choisir un métier plutôt qu'un autre, il apparaît clairement que l'on ne parviendra pas à attirer davantage de jeunes (et surtout des femmes) vers les professions dont il est question ici sans apporter des modifications aux conditions de travail, aux plans de carrière et au niveau de rémunération. L'Association suisse des femmes ingénieures (voir [www.svin.ch](http://www.svin.ch)) et l'association Ingénieurs et avenir (INGCH) travaillent dans ce sens en collaboration avec toutes sortes d'organisations professionnelles.

## Formation scolaire et universitaire en MST

### *Formation scolaire*

#### FAIRE DE LA TECHNIQUE UN SUJET D'INTÉRÊT

Pfenning et al. (2002) proposent que l'on fasse de la technique une branche à part entière de la formation scolaire; il s'agirait d'en dispenser un enseignement vivant et ciblé, à la fois pratique et interdisciplinaire, en y intégrant des aspects extrascolaires (en entreprise, dans les institutions de recherche ou des musées techniques). Il faudrait pour cela adapter les programmes, les formes didactiques, la formation des enseignants et les salles de classes (expériences). Les auteurs préconisent en outre une valorisation de l'orientation professionnelle dans les écoles, laquelle devrait figurer assez tôt et de manière suivie dans les programmes officiels (avec stages, présentation de leurs expériences professionnelles et personnelles par des in-

généralistes et des scientifiques, ainsi que par des étudiants dans diverses disciplines). Ces revendications sont liées à un plaidoyer pour l'institutionnalisation de la formation technique à l'école en Allemagne, mais peuvent être considérées comme intéressantes pour d'autres pays également.

#### EXEMPLE CONCRET: «JEUNESSE ET TECHNIQUE» DE L'ASST

L'Académie suisse des sciences techniques (ASST) offre aux écoles la possibilité de recevoir des ingénieur(e)s et d'utiliser des «RoboLabs», afin de faire découvrir certains domaines d'activité aux élèves et de leur donner le moyen d'expérimenter eux-mêmes des solutions techniques tout en s'amusant.

#### EXEMPLE CONCRET (INTERVENTIONS EN FAVEUR DES FEMMES): LES MÉTIERS TECHNIQUES

Cofinancé par la Confédération dans le cadre de l'arrêté fédéral II, le projet des places d'apprentissage de la Conférence suisse des déléguées à l'égalité 16+ propose, entre autres, une série de modules d'enseignement. Le dossier «Les métiers techniques» offre aux enseignants de la 1<sup>re</sup> à la 10<sup>e</sup> années scolaires une façon originale d'intégrer des questions techniques dans leurs leçons, et cela de manière à intéresser plus particulièrement les filles ([www.16plus.ch](http://www.16plus.ch) > corps enseignant).

#### EXEMPLE CONCRET: BANQUE DE DONNÉES ET ATELIERS D'EXPÉRIMENTATION EN ALLEMAGNE

En Allemagne, divers projets permettent aux institutions scolaires de développer le bagage technique et scientifique de leurs élèves <sup>23</sup>:

- Une banque de données («BerufsNet Online») créée par le Bundesarbeitsamt fournit des renseignements détaillés sur les profils d'activité, sur la formation nécessaire et sur le marché de l'emploi.
- Des ateliers d'expérimentation («Mitmach-Labore») sont organisés dans des entreprises et dans quelques institutions de recherche, où l'on développe par exemple des propositions pour un produit demandé par l'industrie ou le monde scientifique, etc.

#### ENSEIGNER DE MANIÈRE EFFICACE ET MOTIVANTE

Il n'est guère besoin de souligner que la façon d'enseigner – cadre général et méthodes aussi bien que contenu – exerce une influence décisive sur l'intérêt des élèves pour la technique et l'acquisition de compétences dans ce domaine. Se concentrant sur les matières et les méthodes, Prenzel (2002, 37ss.) considère que l'en-

---

<sup>23</sup> La banque de données de l'Akademie für Technikfolgenabschätzungen décrit les modèles de projets (232 au total) proposés: <http://www.ta-akademie.de/default.asp> (Top-Themen/Ingenieur-mangel/Datenbank).

seignement des sciences stimule l'intérêt et les aptitudes dans la mesure où il applique les critères suivants:

- associer la matière enseignée à des applications (expliquer les phénomènes et mettre en lumière leur exploitation);
- cadrer les questions (faire comprendre l'importance de la matière, replacer celle-ci dans son contexte, susciter des associations mentales);
- faire le lien avec les préoccupations quotidiennes (avec le vécu et les intérêts des élèves);
- tirer la leçon des erreurs (les considérer comme des occasions d'apprendre);
- partir des conceptions erronées (se servir des acquis pour les éclairer par des notions nouvelles);
- apprendre à modéliser et à mathématiser (familiariser les élèves avec différents points de vue et diverses formes de présentation, expliciter les limites des modèles);
- pratiquer un enseignement cumulatif (processus d'acquisition systématique jusqu'au niveau de compétence visé, sans recommencer chaque fois à zéro, «Qu'est-ce que je sais (faire) à la fin d'une leçon?»);
- apprendre et travailler aussi bien de façon autonome qu'en collaboration avec autrui;
- associer les élèves à une culture d'experts (les prendre au sérieux, considérer qu'ils sont la relève);
- appliquer les méthodes scientifiques (conception de la branche enseignée, méthodes d'expérimentation).

Pour ce qui est des expériences réalisées à l'école, Prenzel (2002) estime que l'enseignement des sciences sera non seulement efficace mais aussi stimulant sur les plans cognitif et motivationnel lorsqu'il applique les règles suivantes: les expériences représentent un défi; leur objectif et leur raison d'être sont clairement définis; elles éveillent la compréhension; elles favorisent l'autonomie et elles débouchent sur un résultat concluant. Planification, réalisation et analyse – ainsi que les produits des activités de laboratoire ou d'atelier – doivent procurer aux élèves l'occasion de réussir quelque chose.

Constatant que l'enseignement des sciences est souvent peu efficace et que les élèves oublient rapidement la matière apprise, Giordan et De Vecchi préconisent leur modèle d'apprentissage allostérique, qu'ils décrivent de la manière suivante: «Incorporation et mise en relation d'un certain nombre de connaissances qui, associées, aboutissent à un remodelage, une restructuration générale (du processus de pensée). Le concept ainsi construit n'est pas la somme des différentes connaissances mais une production nouvelle, plus globale, plus cohérente» (Giordan & De Vecchi 1989, 172).

Ils reprennent ainsi la tradition constructiviste que Labudde a également contribué à diffuser largement dans l'enseignement de la physique (Labudde 2000).

#### EXEMPLE CONCRET: SINUS ET BIQUA EN ALLEMAGNE

Comme le rapportent Schecker et Klieme (2002), les résultats de l'enquête TIMSS en Allemagne y ont suscité la création d'un programme national intitulé SINUS, destiné à rendre l'enseignement des mathématiques et des sciences plus efficace. Ce programme, qui associe de nombreuses écoles de tout le territoire fédéral et des instituts scientifiques, est placé sous la responsabilité de la Bund-Länder-Kommission (BLK). Il s'agit d'instaurer et d'appuyer dans les écoles des processus d'assurance qualité et d'optimisation de l'enseignement et de l'apprentissage des mathématiques et des sciences, dans le but de leur conférer une dynamique propre au-delà des essais pilotes. Ce programme se fonde sur des études d'application de nouveaux principes dans un contexte professionnel: pour se concrétiser et s'imposer durablement dans la pratique, les idées en question doivent être subjectivement adoptées par le corps enseignant et judicieusement intégrées dans le travail quotidien (voir [www.blk.mat.uni-bayreuth.de](http://www.blk.mat.uni-bayreuth.de)).

Ce programme comprend onze modules portant sur les contenus et les méthodes, ainsi que sur certains aspects du cadre qu'il convient de donner à l'enseignement:

- Module 1: Développement de nouveaux exercices dans l'enseignement des mathématiques et des sciences
- Module 2: Travaux pratiques de sciences expérimentales
- Module 3: Tirer la leçon des erreurs
- Module 4: Consolidation des connaissances de base: apprendre en comprenant à différents niveaux
- Module 5: Faire percevoir la progression des compétences: apprentissage cumulatif
- Module 6: Faire percevoir les limites entre les branches: activités interdisciplinaires et pluridisciplinaires
- Module 7: Encourager filles et garçons (voir section A du présent rapport)
- Module 8: Développement d'exercices favorisant la coopération entre élèves
- Module 9: Stimuler la responsabilité personnelle de l'apprenant
- Module 10: Contrôle: enregistrer et annoncer les progrès accomplis
- Module 11: Assurance qualité au sein de l'école et élaboration de normes générales

Toujours en Allemagne, le projet «Bildungsqualität von Schule» (BIQUA) est placé sous l'égide de la Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG). Ce programme prioritaire de la DFG a pour objectif d'analyser dans son contexte la nature complexe des facteurs scolaires et extrascolaires qui ont fait baisser l'intérêt pour les études en mathématiques et en sciences en Allemagne. Les résultats de ces investigations serviront à élaborer et à tester des mesures permettant d'améliorer l'enseignement de

ces branches dans les écoles allemandes. Des spécialistes en didactique des sciences, des pédagogues, des psychologues et des sociologues de diverses universités et institutions de recherche collaborent étroitement depuis avril 2000 sur 23 projets (actuellement) dans le cadre de ce programme, dont la durée totale a été fixée à six ans (voir [www.ipn.uni-kiel.de/projekte/biqua/biqua.htm](http://www.ipn.uni-kiel.de/projekte/biqua/biqua.htm)).

#### **AMÉLIORER LA FORMATION INITIALE ET LE PERFECTIONNEMENT DU CORPS ENSEIGNANT**

Prenzel (2002, 49 ss.) souligne qu'une bonne formation des enseignants doit se donner les règles suivantes:

- avoir (malgré la pénurie d'enseignants) des entretiens de sélection (motivations, compétences, expérience préalable) avec les candidats à la formation d'enseignant;
- prévoir des séances d'orientation professionnelle après certaines étapes des études;
- restreindre le choix des branches à des combinaisons «logiques» comportant de nets recouvrements (branches scientifiques);
- organiser une filière d'études à part pour les sciences expérimentales;
- mettre en place des programmes clairement structurés, qui seront révisés à intervalles réguliers;
- inviter les centres de recherche en didactique et les institutions de formation des enseignants à garantir la qualité de leur travail en collaborant étroitement avec des spécialistes en sciences de l'éducation et en psychopédagogie;
- élaborer des modèles en vue de mettre en place un enseignement des sciences qui soit innovateur et de qualité;
- encourager la participation des étudiants aux projets de recherche;
- enseigner une didactique des sciences qui se réfère à des situations concrètes et basée elle-même sur les principes scientifiques;
- permettre l'enseignement des sciences sous la supervision de mentors;
- intégrer les étudiants dans une coopération entre l'université et l'école;
- promouvoir la formation continue (avec la participation de l'université).

#### **EXEMPLE CONCRET: LE LDES À L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE**

Le Laboratoire de didactique et d'épistémologie des sciences de l'Université de Genève (LDES) développe, avec des étudiants en pédagogie, du matériel didactique pour l'enseignement des sciences basé sur les résultats des recherches effectuées par le laboratoire (en particulier le modèle de l'apprentissage allostérique).

### RÉFORMER LES FILIÈRES D'ÉTUDES ET OPTIMISER LA DIDACTIQUE DES DISCIPLINES

Pfenning et al. (2002) signalent, pour l'Allemagne, le danger d'une cassure entre école et université au niveau des contenus, des programmes et des formes didactiques. Ils constatent d'une part que plus de la moitié des bacheliers interrogés se sentent suffisamment préparés pour affronter des études supérieures; mais soulignent d'autre part que les études techniques et scientifiques sont, aux yeux des étudiants, difficiles, excessivement analytiques et insuffisamment «créatives». Ils proposent par conséquent de dispenser dès les études de base – parallèlement aux notions et aux qualifications fondamentales – des connaissances utiles pour l'enseignement pratique (utilisation des appareils et des équipements, programmes, réalisation d'expériences) afin d'améliorer la motivation des étudiants. Les études elles-mêmes devraient prendre la forme d'expériences et d'un apprentissage ciblé, plutôt que celle de connaissances transmises par les professeurs. Selon ces auteurs, il faudrait que les études en question soient consacrées autant au savoir-faire professionnel qu'à l'acquisition de connaissances spécialisées. Cela nécessite une collaboration efficace entre le monde économique et les hautes écoles, un travail d'acquisition de compétences sociales et communicationnelles en vue d'activités à caractère toujours plus interdisciplinaire (branche à option ou leçons complémentaires), ainsi qu'une révision régulière des matières enseignées. Mais il s'agit aussi d'améliorer le passage de l'université à l'exercice de la profession.

#### EXEMPLE CONCRET: CURSUS DE CONSTRUCTION MÉCANIQUE ET DE GÉNIE DES PROCÉDÉS À L'EPFZ

La transformation d'une filière d'études à l'École polytechnique fédérale de Zurich donne une idée de la manière dont se concrétisent les conceptions actuelles en matière d'organisation et de didactique des sciences. C'est pourquoi nous en présentons ici une description relativement détaillée.

Un nouveau cursus a été instauré en 1998 pour la construction mécanique et le génie des procédés à l'EPFZ. Jusqu'alors, ces disciplines étaient enseignées sous forme de cours séparés que les étudiants assimilaient à titre personnel, sans synthèse ciblée ni encouragement des compétences sociales. Si le programme d'études a été entièrement remanié, c'est pour donner aux futurs ingénieurs les nouvelles compétences que l'on attend d'eux. C'est ainsi, par exemple, que la branche «construction» a été convertie en «développement de produits», dont les objectifs concrets ont été fixés comme suit: management de l'innovation, méthodes de développement de produits, connaissances techniques (processus, méthodes, ingénierie, etc.), structuration des problèmes, élaboration de solutions, créativité, organisation d'équipe, autonomie, initiative, technique de présentation, documentation, synthèse avec des disciplines voisines, aptitude à décider, persévérance, maîtrise

d'outils ultramodernes, etc. Pour y parvenir, il fallait mettre en place un nouveau système d'enseignement: une partie des connaissances est dispensée sous forme de cours conventionnels, tandis qu'un deuxième bloc sert à acquérir les techniques modernes de l'ingénierie en travaillant de manière autonome sous la conduite de mentors; les métacompétences s'acquièrent dans le cadre d'un troisième bloc d'études, intitulé «projet d'innovation».

Dès le premier semestre, on forme des équipes (12 équipes d'environ 15 étudiants chacune) chargées de réaliser ce projet. Au deuxième semestre a lieu un concours d'idées (environ 40 projets) avec une description neutre du besoin du marché et la formulation des projets à réaliser. Le projet démarre au troisième semestre et s'achève au quatrième, de sorte que les étudiants en parcourent toutes les phases jusqu'à la réalisation du prototype. Le projet d'innovation fait l'objet d'une appréciation: l'équipe reçoit une note collective portant sur le rapport intermédiaire, sur la présentation, sur le rapport final et sur la qualité du produit. Pour déterminer la note individuelle on examine le travail effectué par les membres de l'équipe. Le financement des projets est assuré par des sponsors connus, qui fournissent des prestations gratuites ou à prix réduits. Ce système d'enseignement a suscité beaucoup d'intérêt au sein de la discipline mais aussi à l'extérieur et l'on a déjà constitué des réseaux en intégrant d'autres branches (par ex. psychologie du travail, économie d'entreprise, formation des apprentis, école des arts appliqués). Les expériences faites dans le cadre de ce projet ont été analysées et servent à l'optimiser. Parallèlement, on réorganise complètement les cours de cette discipline; un environnement d'apprentissage basé sur Internet a été créé et mis en œuvre en collaboration avec les hautes écoles techniques de Munich et de Darmstadt.

### MOTIVER LES FEMMES

Dans une analyse portant sur des étudiantes et étudiants débutants aux Etats-Unis, Nair et Majetich (1995) constatent que l'enseignement des sciences – et plus particulièrement de la physique – est dépourvu d'une dimension narrative (voir aussi Kubli 1998). Selon ces auteurs, le fait de raconter aux étudiants l'histoire intellectuelle et sociopolitique de la physique pourrait les amener à reprendre ces aspects dans l'élaboration de leurs propres concepts. Ils recommandent par conséquent soit de donner un cours spécial d'histoire et de philosophie de la physique (et d'autres disciplines scientifiques), soit d'intégrer ces éléments dans l'enseignement normal de cette branche. Par ailleurs, ils soulignent l'importance d'initier les étudiants – et plus particulièrement les femmes – au jargon des formules de physique utilisé dans l'enseignement, afin de leur éviter un «choc culturel». Les femmes ont en outre besoin d'un vécu qualitatif plus étoffé de cette discipline sous forme d'expérimentations pratiques, afin d'acquérir une certaine intuition de la physique. Nair et Majetich préconisent un enseignement axé sur la notion de modèle mental, principe selon lequel chaque étudiant développe sa propre image ou si-



mulation qualitative d'un phénomène physique. Les femmes ont plus de peine à passer progressivement de ce modèle «naïf» au modèle scientifique, car les exemples servant à expliciter ce dernier proviennent en majeure partie de domaines à connotation masculine (sports masculins, construction d'armes, etc.). Un enseignement qui entend mieux prendre en considération les modèles mentaux «naïfs» des femmes ne doit donc pas négliger le contexte social de celles-ci (Nair & Majetic 1995, 36).

EXEMPLES CONCRETS (MESURES EN FAVEUR DE FEMMES): INFORMATIONS, MENTORAT FÉMININ, ETC.

Depuis quelques années, les écoles polytechniques fédérales de Lausanne et de Zurich, ainsi que les hautes écoles spécialisées, s'emploient à promouvoir systématiquement l'égalité entre femmes et hommes. Les EPF ont ainsi institué des déléguées à l'égalité et des commissions ad hoc et se sont fixé des objectifs. Ces organismes ont pour tâche d'informer et de motiver les étudiantes potentielles (journées techniques pour les filles, journées d'information pour les gymnasiennes, campagnes d'information dans les écoles) et aussi d'améliorer les conditions d'études et de travail (projets de mentorat, augmentation du taux de femmes parmi les étudiants, les doctorants et le personnel, plans de carrière, crèches, etc.). Il convient de mentionner plus particulièrement ici les filières d'études spécifiquement féminines qui ont donné de bons résultats en Allemagne (voir Schwarze 2001) aussi bien qu'en Suisse (informatique).

### Professions dans le domaine MST

S'il est essentiel de motiver les jeunes à entreprendre des études en mathématiques et en sciences ou dans un domaine technique, il importe aussi d'assurer une promotion bien ciblée de la relève, d'ouvrir des possibilités de carrières scientifiques pour les deux sexes et de permettre aux femmes d'exercer durablement leur activité professionnelle.

EXEMPLES CONCRETS: ACADÉMIES

L'Académie suisse des sciences naturelles (ASSN) a inscrit plusieurs priorités dans son plan pluriannuel 2004–2007. Elle prévoit entre autres de faire le point de la situation en matière de relève universitaire, afin de pouvoir ensuite organiser une promotion efficace et durable dans ce domaine. L'ASSN entend diriger son action sur les secteurs extra-universitaires qui relèvent de sa compétence et compléter ainsi les mesures prises par d'autres institutions. Une campagne de sensibilisation adressée aux élèves du secondaire encouragera ceux-ci à faire des études scientifiques et à bien planifier leur carrière au sein des hautes écoles (conditions-cadres) aussi bien qu'à l'extérieur (projets-pilotes des organisations membres de l'ASSN) (ASSN 2002, 5ss.).

L'Académie suisse des sciences techniques (ASST) fournit un travail analogue: ses projets, son appui à certaines disciplines et aux jeunes talents visent en effet à promouvoir la relève. Ce soutien bénéficie en effet surtout aux doctorants qui participent à des séminaires internationaux de diplômés, aux personnes engagées dans la voie post-doctorale ou dans des postes de relève professorale. Les bénéficiaires se voient allouer des bourses d'études ou de recherche, en partie financées par le Fonds national suisse de la recherche scientifique (FNRS) et par le Fonds national pour la recherche énergétique (NEFF). Côté disciplines prioritaires, il y a les sciences de l'ingénieur dans certaines disciplines telles que les micro-systèmes et les nanotechnologies, ainsi que d'autres spécialités. L'ASST mène également des projets destinés à faire de la technique un sujet intéressant et compréhensible dans les écoles (avec des kits Robolab et des visites d'ingénieurs) et par un site Internet (modules présentant des inventions et des personnalités importantes de l'histoire des techniques). Un autre projet de l'ASST examine de nouvelles conceptions et structures visant à baser la formation universitaire sur des critères scientifiques et pratiques dans le domaine des sciences techniques; il s'agit d'identifier des formes d'enseignement nouvelles qui peuvent s'avérer fructueuses pour les hautes écoles suisses ([www.satw.ch](http://www.satw.ch)).

#### **REVOIR ET MODERNISER LES CONDITIONS DE TRAVAIL**

La gestion du personnel que pratiquent les entreprises exerce une influence notable sur le marché de l'emploi, ainsi que sur l'image à laquelle se réfèrent les jeunes au moment de choisir des études et d'envisager une carrière professionnelle. C'est ainsi que l'économie privée peut contribuer à rendre les professions techniques et scientifiques plus attrayantes en prenant les mesures suivantes:

- mener une politique du personnel prévoyante – facteur de continuité permettant aux spécialistes qualifiés de retrouver confiance dans la sécurité de l'emploi,
- veiller à la formation continue – afin d'assurer le bagage de connaissances du personnel et de réduire le risque de chômage chez les scientifiques chevronnés,
- assurer une promotion ciblée des femmes – axée notamment sur la possibilité de concilier activité professionnelle et vie familiale (meilleures structures d'accueil pour les enfants, horaires flexibles, postes à temps partiel, etc.).  
(Pfenning et al. 2002, 83)

#### **EXEMPLE CONCRET: SOCIÉTÉS MEMBRES D'INGCH**

Les sociétés membres de l'association INGCH s'emploient à organiser le travail de leur personnel – en particulier les hommes et les femmes ingénieurs – en fonction du cadre social et des besoins individuels. C'est ainsi que la société ABB déclare en substance sur son site Internet: «Une combinaison aussi harmonieuse que possi-

ble du travail et de la famille est un facteur de satisfaction pour les collaboratrices et collaborateurs et de succès pour l'entreprise. Notre souplesse en matière d'horaires et nos structures d'accueil pour les enfants aident à concilier obligations professionnelles et familiales.» ([www.abb.ch](http://www.abb.ch) > Job und Karriere > Arbeitszeitmodell).

## Annexe

Facteurs exerçant un effet direct sur les compétences en mathématiques. (Seuls les facteurs ayant un effet significatif sont présentés ici.)

Variable dépendante: compétences en mathématiques				
Variabes indépendantes	Coefficient	Erreur type	Coeff. stand.	Erreur type
Constante	556.53***	5.680		
Statut professionnel	0.60***	0.110	0.11***	0.020
Niveau de formation (max.) des parents	2.32***	0.651	0.08***	0.020
Activité lucrative des parents	13.81**	5.320	0.05**	0.020
Sexe	-15.26***	3.702	-0.09***	0.021
Statut d'immigré	-21.80**	6.195	-0.07**	0.020
Langue d'enseignement ≠ langue maternelle	-40.32***	6.116	-0.17***	0.026
Attitude à l'égard de la formation	19.73***	1.989	0.21***	0.021
Nombre de frères et soeurs	-3.80**	1.527	-0.05**	0.018
Structure familiale «classique» vs autre	10.03**	4.208	0.05**	0.020
Image de soi en mathématiques	23.48***	1.987	0.25***	0.021
Nombre d'observations	3618			
R2	0.261			
Moyenne des variables dépendantes	533.415			
Ecart type des variables dépendantes	93.336			

Les coefficients sont statistiquement significatifs aux seuils de resp.  $p = 0.05$  (\*\*) et  $p = 0.01$  (\*\*\*).

## Références bibliographiques

**A**kademie für Technikfolgenabschätzung: <http://www.ta-akademie.de/> (-> Top-Themen -> Ingenieurmangel -> Datenbank)

Alfermann, Dorothee (1996). Geschlechterrollen und geschlechtstypisches Verhalten. Stuttgart: Kohlhammer

Althof, Wolfgang (1999). Fehlerwelten. Vom Fehlermachen und Lernen aus Fehlern. Opladen: Leske + Budrich

ASSN [Académie suisse des sciences naturelles] (2002). Le plan pluriannuel 2004–2007. Berne: ASSN

**B**agdasarjanz, Felix (2000). Der Ingenieurberuf im Wandel von der Industrie zur Informationsgesellschaft. Dans: Ausbildung in technischen Wissenschaften, die Herausforderung für Politik, Wirtschaft und Hochschulen – Neue Medien im Unterricht. Zürich: Schweizerische Akademie der technischen Wissenschaften SATW

Bandura, Albert (1980). L'apprentissage social. Bruxelles: Mardaga

Bargel, Tino (1993). Studieren an überfüllten Hochschulen (*Mitteilungen des Hochschulverbandes*, 2, 1993)

Baumert, J.; Evans, B. & Geiser, H. (1998). Technical Problem Solving Among 10-year-old Students as Related to Science Achievement, Out-of-school Experience, Domain-specific Control Beliefs, and Attribution Patterns (*Journal of Research in Science Teaching*, 35, 1998)

Baumert, Jürgen; Lehmann, Rainer; et al. (1997). TIMSS – Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Opladen: Leske + Budrich

Beaton, A. E.; Mullis, I. V. S.; Martin, M. O.; et al. (1996) Mathematics Achievement in the Middle School Years: IEA's Third International Mathematics and Science Study (TIMSS). Chestnut Hill: Boston College

Becker, Gary S. (1964). Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education. New York: National Bureau of Educational Research

Beermann, Lilly & Heller, Kurt A. (1990). Technik, Mathematik und Naturwissenschaften: Erweiterung der Berufsperspektiven für begabte und interessierte Mädchen? Bonn: [s. n.]

Beermann, Lilly; et al. (1992). Mathe: nichts für Mädchen? Begabung und Geschlecht am Beispiel von Mathematik, Naturwissenschaft und Technik. Bern: Huber

Bem, Sandra (1978). Bem Sex-Role Inventory. Professional Manual. California: Consulting Psychologists Press

Benbow, Camilla P.; Lubinski, David; Shea, David; et al. (2000). Sex Differences in Mathematical Reasoning Ability at Age 13: Their Status 20 Years Later (*Psychological Science*, 11, 474–480)

Bildungskommission Nordrhein-Westfalen [NRW] (1995). Zukunft der Bildung – Schule der Zukunft. Denkschrift der Kommission «Zukunft der Bildung – Schule der Zukunft» beim Ministerpräsidenten des Landes Nordrhein-Westfalen. Neuwied: Luchterhand

Blancpain, Robert; et al. (1988). Frauen im Ingenieurberuf. Ergebnisse einer Befragung von Maturandinnen, Absolventinnen und berufstätigen Ingenieurinnen. Zürich: IPSO/SATW

BMUK [Bundesministerium für Unterricht und Kunst] (1991). Mädchen und Technik MUT. Wien: BMUK

Brophy, Jere E. & Good, Thomas L. (1976). Die Lehrer-Schüler-Interaktion. München: Urban & Schwarzenberg

Campbell, Mary Anne & Campbell-Wright, Randall K. (1995). Toward a Feminist Algebra. Dans: Sue V. Rosser: Teaching the Majority: Breaking the Gender Barrier in Science, Mathematics, and Engineering. New York: Teachers College Press

CDIP [Conférence suisse des directeurs cantonaux de l'instruction publique] (1993). Recommandations en vue de l'égalité de l'homme et de la femme dans le domaine de l'enseignement et de l'éducation du 28 octobre 1993. Berne: CDIP

CDIP (2001). Le système éducatif de la Suisse. La contribution suisse à la base de données EURYBASE de l'Unité européenne EURYDICE de l'Union européenne. Etat 1. 1. 2001 [http://www.edk.ch/f/BildungswesenCH/framesets/mainEurydice\\_f.html](http://www.edk.ch/f/BildungswesenCH/framesets/mainEurydice_f.html)

Centre for Mathematics Education (1986). Girls into Mathematics. London: Cambridge University Press

Cockburn, Cynthia (1988). Die Herrschaftsmaschine. Geschlechterverhältnisse und technisches Know-how. Berlin: Argument-Verlag

Commission européenne. Direction générale de la recherche (2001). Politiques scientifiques dans l'Union européenne: Intégrer la dimension du genre, un facteur d'excellence. (Rapport du groupe de travail «Femmes et sciences» du réseau ETAN). Luxembourg: Office des publications officielles des Communautés européennes

Doebeli, Monika & Schmassmann, Margret (1997). Wie halbe Männer. Frauen und Mathematik. In: Urs Lauer et al. (Hrsg.): Dem heimlichen Lehrplan auf der Spur. Koedukation und Gleichstellung im Klassenzimmer. Chur: Rüegger

Domnitz, J. (1998). Earnings Expectations, Revisions, and Realization (*The Review of Economics and Statistics*, 8, 1998)

Durner, Heinz (2002). Gymnasiale Bildung im Spannungsfeld von Allgemeinbildung und Studierfähigkeit. Dans: Ulrich Herrmann: Naturwissenschaften – Gymnasium – Universität. Ulm: Universitätsverlag

**E**nders-Drägässer, Ute & Fuchs, Claudia (1989). Interaktionen der Geschlechter. Sexismusstrukturen in der Schule. Weinheim: Juventa

Engler, Steffani & Faulstich-Wieland, Hannelore (1995). Ent-Dramatisierung der Differenzen: Studentinnen und Studenten in den Technikwissenschaften. Bielefeld: Kleine

**F**aulstich-Wieland, Hannelore (1995). Geschlecht und Erziehung. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft

Fennema, Elizabeth (1990). Justice, Equity, and Mathematics Education. Dans: Elizabeth Fennema & Gilah C. Leder (Eds.): Mathematics and Gender. New York: Teachers College Press

Fennema, Elizabeth & Leder, Gilah C. (Eds.). (1990). Mathematics and Gender. New York: Teachers College Press

Flaake, Karin (1996). Ein eigenes Begehren? – Weibliche Adoleszenz und das Verhältnis zu Körperlichkeit und Sexualität. Dans: Astrid Kaiser: FrauenStärken – ändern Schule. 10. Bundeskongress Frauen und Schule. Bielefeld: Kleine

**G**alley, Françoise (2002). Faut-il prévenir l'abandon des études? (*Vision. Le magazine suisse de la science et de l'innovation*, 2, 2002)

Gallin, Peter & Ruf, Urs (1993). Sprache und Mathematik in der Schule – Ein Bericht aus der Praxis (*Journal für Mathematik-Didaktik*, 1, 1993)

Gilbert, Anne-Françoise & Galley Françoise (2002). Promotion des femmes dans les formations supérieures techniques et scientifiques. Rapport intermédiaire. Ecublens: Observatoire Science, Politique et Société

Giordan, André & De Vecchi, Gérard (1994). L'enseignement scientifique. Comment faire pour que ça marche?, Nice: Z'édicions

Giordan, André & Girault, Yves (1994). Les aspects qualitatifs de l'enseignement des sciences dans les pays francophones, Paris: UNESCO

Grünewald-Huber, Elisabeth (1997). Koedukation und Gleichstellung. Eine Untersuchung zum Verhältnis der Geschlechter in der Schule. Chur: Rüegger

**H**annover, Bettina (1991). Zur Unterrepräsentanz von Mädchen in Naturwissenschaften und Technik: Psychologische Prädiktoren der Fach- und Berufswahl (*Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 3, 1991)

Hannover, Bettina (1998). The Development of Self-concept and Interest. Dans: L. Hoffmann, A. Krapp, K. A. Renningern & J. Baumert: Interest and Learning. Proceedings of the Second Conference on Interest and Gender. Kiel: IPN

Hannover, Bettina & Bettge, Susanne (1993). Mädchen und Technik. Göttingen: Hogrefe

Häuselmann, Erich (1984). Maturanden und Technik. Ergebnisse einer Befragung von 1700 deutschschweizerischen Maturanden zur Studienwahl. Zürich: SATW

Helmke, Andreas (1992). Selbstvertrauen und schulische Leistungen. Göttingen: Hogrefe

Helmke, Andreas (1994). Development of Self-concept. Dans: T. Husen & T. N. Postlethwaite: International Encyclopedia of Education (2nd ed.). Oxford: Pergamon Press

Herrmann, Ulrich (Hrsg.) (2002). Naturwissenschaften – Gymnasium – Universität. Ulm: Universitätsverlag (Reden und Aufsätze der Universität Ulm; 10)

Herzog, Walter; et al. (1997). Koedukation im Physikunterricht. Schlussbericht zuhanden des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung. Bern: Universität Bern, Abteilung Pädagogische Psychologie

Herzog, Walter; et al. (1998). Physik geht uns alle an. Ergebnisse aus der Nationalfondsstudie «Koedukation im Physikunterricht». Bern: Universität Bern, Abteilung Pädagogische Psychologie

Herzog, Walter; Neunschwander, Markus & Wannak, Evelyne (2002). Stand des Berufswahlprozesses bei verschiedenen Gruppen von Jugendlichen: [www.snf.ch/NFP/NFP43/Projektliste%20NFP43.html](http://www.snf.ch/NFP/NFP43/Projektliste%20NFP43.html)

Hilgers, A. (1994). Geschlechterstereotype und Unterricht. Zur Verbesserung der Chancengleichheit von Mädchen und Knaben in der Schule. Weinheim: Juventa

Hoffmann, Lore (2002). Promoting Girls' Interest and Achievement in Physics Classes for Beginners (*Learning and Instruction*, 12,2002)

Hoffmann, Lore; Häussler, Peter & Peters-Haft, Sabine (1997). An den Interessen von Jungen und Mädchen orientierter Physikunterricht. Ergebnisse eines BLK-Modellversuchs. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel

Hoffmann, Lore & Lehrke, Manfred (1986). Eine Untersuchung über Schülerinteressen an Physik und Technik (*Zeitschrift für Pädagogik*, 32)

Horner, Matina S. (1972). The Motive to Avoid Success and Changing Aspirations of College Women. Dans: J. Bardwick (Ed.): Readings on the Psychology of Women. New York: Harper & Row

Horstkemper, Marianne (1995). Schule, Geschlecht und Selbstvertrauen. Eine Längsschnittstudie über die Mädchensozialisation in der Schule. Weinheim: Juventa



Hosenfeld, Ingmar; Köhler, Olaf & Baumert, Jürgen (1999). Why Sex Differences in Mathematics Achievement Disappear in German Secondary Schools: A Reanalysis of the German TIMSS-Data (Studies in Educational Evaluation, 25)

Hyde, J. S.; et al. (1990). Gender Differences in Mathematics Performance – A Meta-Analysis (*Psychological Bulletin*, 107)

Jahnke-Klein, Sylvia (2001). Sinnstiftender Mathematikunterricht für Mädchen und Jungen. Baltmannsweiler: Schneider

Johnson, S. (1996). The Contribution of Large-scale Assessment Programmes to Research on Gender Differences. (*Educational Research and Evaluation*, 2, 1996)

Jungwirth, Helga (1995). Verlangsamung als Ziel (*mathematik lehren*, 71, 1995)

Kaiser, G. & Steisel, T. (2000). Results of an Analysis of the TIMSS Study from a Gender Perspective (*Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 32, 2000)

Keller, Carmen (1997). Geschlechterdifferenzen: Trägt die Schule dazu bei? Dans: Urs Moser, Erich Ramseier, Carmen, Keller & Maja Huber: Schule auf dem Prüfstand. Eine Evaluation der Sekundarstufe I auf der Grundlage der «Third International Mathematics and Science Study». Chur: Rüegger

Kelly, A. (1985). The Construction of Masculine Science (*British Journal of Sociology of Education*, 6, 1985)

Kohlberg, Lawrence (1966). A Cognitive-Developmental Analysis of Childrens' Sex-Role Concepts and Attitudes. Dans: Eleanor Maccoby (Ed.): The Development of Sex Differences. Stanford: Stanford University Press

Kosack, Walter (1994). Mädchen im Technikunterricht. Das Wahlverhalten von Jungen und Mädchen bezüglich des Wahlpflichtfachs Natur und Technik in der Realschule. Eine empirische Studie zum Einfluss ausgewählter Unterrichtsaspekte auf geschlechtsspezifische Wahlentscheidungen. Frankfurt: Lang

Kotte, Dieter (1992). Gender Differences in Science Achievement in 10 Countries. 1970/71 to 1983/84. Frankfurt: Lang

Krapp, Andreas (1992). Konzepte und Forschungsansätze zur Analyse des Zusammenhangs von Interesse, Lernen und Leistung. Dans: Andreas Krapp & Manfred Prenzel (Hrsg.): Interesse, Lernen, Leistung. Neuere Ansätze der pädagogisch-psychologischen Interessenforschung. Münster: Aschendorff

Krapp, Andreas (1997). Selbstkonzept und Leistung – Dynamik ihres Zusammenspiels: Literaturüberblick. Dans: F. E. Weinert & A. Helmke: Entwicklung im Grundschulalter. Weinheim: Psychologie-Verlagsunion

Krapp, A., Renningern, K. A. & Baumert, J. (1998). Interest and Learning. Proceedings of the Second Conference on Interest and Gender. Kiel: IPN

Krawietz, Barbara (1995). Begabung, Persönlichkeit und familiäre Sozialisation von Naturwissenschaftlerinnen. Ein empirischer Vergleich von Lehramtsstudentinnen mit mathematisch-naturwissenschaftlichen und sprachwissenschaftlichen Fächern. Idstein: Schulz-Kirchner

Kreienbaum, Maria Anna & Metz-Göckel, Sigrid (1992). Koedukation und Technikkompetenz von Mädchen. Der heimliche Lehrplan der Geschlechtererziehung und wie man ihn ändert. Weinheim: Juventa

Kubli, Fritz (1998). Plädoyer für Erzählungen im Physikunterricht: Geschichte und Geschichten als Verstehenshilfen – Ergebnisse einer Untersuchung. Köln: Aulis

Labudde, Peter (1998). Konstruktivismus im Physikunterricht der Sekundarstufe II – Empirische Resultate interpretiert in Bezug auf naturwissenschaftliche Forschung als Wissenschaft und Forschungsfeld in der Schweiz. Dans: Fachdidaktik als Wissenschaft und Forschungsfeld in der Schweiz, Tagungsbericht, 18.–23. 10. 1998, Ascona ([www.afd.unibe.ch/texte/ascona\\_98/Download/4.1\\_labudde.pdf](http://www.afd.unibe.ch/texte/ascona_98/Download/4.1_labudde.pdf))

Labudde, Peter (1999a). Mädchen und Jungen auf dem Weg zur Physik. Reflexive Koedukation im Physikunterricht (*Naturwissenschaften im Unterricht, 49, 1999*)

Labudde, Peter (1999b). Konstruktivismus im Physikunterricht der Sekundarstufe II. Bern: Haupt

Lechner, Hansjoachim (1994). Warum hat physikalische und chemische Bildung zu wenig Akzeptanz bei den Schülern? (*Pädagogik und Schulalltag, 3, 1994*)

Leder, Gilah C. (1990). Gender Differences in Mathematics: An Overview. Dans: Elizabeth Fennema & Gilah C. Leder: Mathematics and Gender. New York: Teachers College Press

Leder, Gilah C. & Fennema, Elizabeth (1990). Gender Differences in Mathematics: A Synthesis. Dans: Elizabeth Fennema & Gilah C. Leder: Mathematics and Gender. New York: Teachers College Press

Leemann, Regula Julia (2002). Chancenungleichheit im Wissenschaftssystem: Wie Geschlecht und soziale Herkunft Karrieren beeinflussen. Chur: Rüegger

Lightbody, P. & Durdell, A. (1996). The Masculine Image of Careers in Science and Technology: Fact or Fantasy? (*British Journal of Educational Psychology, 66, 1996*)

Luca, Renate; et al. (1992). Frauen bilden – Zukunft planen. Dokumentation des 8. Fachkongresses Frauen und Schule. Bielefeld: Kleine

Lück, Gisela (2000). Leichte Experimente für Eltern und Kinder. Freiburg: Herder

**M**anger, Terje & Eikeland, Ole-Johan (1998). Der Einfluss von mathematischen Leistungen und kognitiven Fähigkeiten auf das mathematische Selbstkonzept bei Mädchen und Jungen (*Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 4, 1998)

Maurer, Annette & Ramseier, Erich (2001). Neue Maturitätsausbildung im Kanton Bern. Erste Ergebnisse der Evaluation. Bern: Erziehungsdirektion des Kantons Bern, Amt für Bildungsforschung

Menacher, Pauline (1994). Erklärungsansätze für geschlechtsspezifische Interessen- und Leistungsunterschiede in Mathematik, Naturwissenschaften und Technik (*Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 1, 1994)

Meyer, Margaret R. & Schatz Koehler, Mary (1990). Internal Influences on Gender Differences in Mathematics. Dans: Elizabeth Fennema & Gilah C. Leder: *Mathematics and Gender*. New York: Teachers College Press

Meyer, Thomas, et al. (2002). Wie weiter nach der Schule ? Transitionen von der Erstausbildung ins Erwerbsleben: [www.snf.ch/NFP/NFP43/Projektliste%20NFP43.html](http://www.snf.ch/NFP/NFP43/Projektliste%20NFP43.html)

Mincer, Jacob (1974). *Schooling, Experience and Earnings*. New York: National Bureau of Economic Research

Modellversuch Mädchen in Naturwissenschaften und Technik (MiNT) (1992); Abschlussbericht / Projektleitung: Helmut Conrads. Bd. 1: Grundlagen und Ergebnisse. Frankfurt: Lang

Modellversuch Mädchen in Naturwissenschaften und Technik (MiNT) (1992); Abschlussbericht / Projektleitung: Helmut Conrads. Bd. 2: Vom Sachunterricht zum Fachunterricht. Frankfurt: Lang

Moser, Urs; et al. (1997). Schule auf dem Prüfstand. Eine Evaluation der Sekundarstufe I auf der Grundlage der «Third International Mathematics and Science Study». Chur: Rüegger

**N**air, Indira & Majetich, Sara (1995). *Physics and Engineering in the Classroom*. Dans: Sue V. Rosser: *Teaching the Majority: Breaking the Gender Barrier in Science, Mathematics, and Engineering*. New York: Teachers College Press

Nicholson, S. & Souleles, N. S. (2001). Physicians' Income Expectations and Specialty Choice (*NBER Working Paper No. W8536*)

**O**FS [Office fédéral de la statistique] (2001). *Maturités 2000*. Neuchâtel: Office fédéral de la statistique

OFS/CDIP (2002). *Préparés pour la vie? Les compétences de base des jeunes – Rapport national de l'enquête PISA 2000*. Neuchâtel: Office fédéral de la statistique

Orenstein, Peggy (1996). *Starke Mädchen – Brave Mädchen. Was sie in der Schule wirklich lernen*. Frankfurt: Campus

**Pajares, Frank & Miller, M. David (1994).** Role of Self-efficacy and Self-concept Beliefs in Mathematical Problem Solving: A Path Analysis (*Journal of Educational Psychology, 86, 1994*)

Parsons, J. E.; et al. (1982). Socialization of achievement attitudes and beliefs: Parental influences (*Child Development, 53, 1982*)

Pfenning, Uwe; Renn, Ortwin & Mack, Ulrich (2002). Zur Zukunft technischer und naturwissenschaftlicher Berufe. Strategien gegen den Nachwuchsmangel: <http://www.ta-akademie.de/> (-> Top-Themen -> Ingenieurmangel)

Prenzel, Manfred (2002). Nachwuchsprobleme in den Naturwissenschaften: Ursachen und Abhilfen in Unterricht und Lehrerbildung. Dans: Ulrich Hermann: Naturwissenschaften – Gymnasium – Universität. Ulm: Universitätsverlag

**Ramseier, Erich, Keller, Carmen & Moser, Urs (1999).** Bilanz Bildung: Eine Evaluation am Ende der Sekundarstufe II auf der Grundlage der «Third International Mathematics and Science Study». Zürich: Rüegger

Reusser, Kurt; et al. (2001). Integrating Insider's (Participant's) and Outsider's (Researcher's) Perspectives on Teaching and Learning: The Case of Adaptive Instruction. Paper Presented at the Invited Symposium «From Cultural Context to Classroom Practice: Video-based, Cross-Cultural Studies on the Quality of Teaching and Schooling, 9th European Conference of EARLI, August 31, 2001, Fribourg, Switzerland

Rytz, Regula (1990). Zur Situation von Naturwissenschaftlerinnen an der Universität Bern. Bern: unveröff. Abschlussarbeit

**Sackmann, Reinhold (2002),** Berufseintritt als Übergang und Sequenz. Methodische und theoretische Überlegungen: <http://www.snf.ch/NFP/NFP43/Projektliste%20NFP43.html>

Schecker, Horst & Klieme, Eckhard (2002). Im Physikunterricht mehr denken und weniger rechnen! Konsequenzen aus der TIMSS-Studie. Dans: Ulrich Herrmann: Naturwissenschaften – Gymnasium – Universität. Ulm: Universitätsverlag

Schlüter, Kirsten (2001). Umgang mit der Genderproblematik im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht (*Beiträge zur Lehrerbildung, 3, 2001*)

Schulze, Gerhard (1992). Die Erlebnisgesellschaft : Kultursoziologie der Gegenwart. Frankfurt: Campus

Schwarze, Barbara (2001). Studienreform-Massnahmen im Ingenieur- und Informatikstudium. Referat an der Tagung «Chancengleichheit» des Bundesamtes für Berufsbildung und Technologie, Bern, 9. Mai 2001

Signorella, M. L. & Jamison, W. (1986). Masculinity, Femininity, Androgyny, and Cognitive Performance: A Meta-analysis (*Psychological Bulletin, 100*)

Srocke, Bettina (1989). Mädchen und Mathematik: historisch-systematische Untersuchung der unterschiedlichen Bedingungen des Mathematiklernens von Mädchen und Jungen. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag

Spear, M. G. (1984). Sex Bias in Science Teacher Ratings of Work and Pupil Characteristics (*European Journal Science Education*, 6, 1984)

Spender, Dale (1985). Frauen kommen nicht vor – Sexismus im Bildungswesen. Frankfurt: Fischer

Spieß Huld, Claudia (2002). Familiäre Bindungen und Berufsübergang. Der Einfluss von Elternschaft und familiärem Engagement auf die Berufseinmündung von Hochschulabsolventen und Hochschulabsolventinnen (*Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften*, 2, 2002)

Stanat, Petra & Kunter, Mareike (2002). Geschlechterspezifische Leistungsunterschiede bei Fünfzehnjährigen im internationalen Vergleich (*Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 1, 2002)

Stöckli, Georg (1997). Eltern, Kinder und das andere Geschlecht. Selbstwerdung in sozialen Beziehungen. Weinheim: Juventa

Tartre, Lindsay A. (1990). Spatial Skills, Gender, and Mathematics. Dans: Elizabeth Fennema & Gilah C. Leder: Mathematics and Gender. New York: Teachers College Press

Tiedemann, Joachim (1995). Geschlechtstypische Erwartungen von Lehrkräften im Mathematikunterricht der Grundschule (*Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 3/4, 1995)

Tiedemann, Joachim & Faber, Günter (1995). Mädchen im Mathematikunterricht: Selbstkonzept und Kausalattributionen im Grundschulalter (*Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 1, 1995)

Vester, Frederik (1988). Denken, Lernen, Vergessen – Was geht in unserem Kopf vor, wie lernt das Gehirn, und wann lässt es uns im Stich? München: Deutscher Taschenbuch-Verlag

Wagenschein, Martin (1970). Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken. Band 1 (2. Aufl.). Stuttgart: Klett

WBZ/SIBP-Arbeitsgruppe «Geschlechterrollen und Gleichstellung auf der Sekundarstufe II» (2000). Kriterienkatalog Geschlechtergleichstellung in Unterrichtsgestaltung und Schulentwicklung. Luzern/Bern: WBZ/SIBP

Webbink, D. & Hartog, J. (2000). Can Students Predict their Starting Salary? Yes! (*Scholar Working Paper Series*, WP 10/00)

Weiner, Bernard (1974). Achievement Motivation and Attribution Theory. Morristown: General Learning Press

Wender, Ingeborg; et al. (1996). Modellprojekt «Technik zum Be-Greifen – speziell für junge Frauen» TU Braunschweig: Vorläufiges Fazit und zukünftige Perspektiven. Dans: Renate Kosuch: Berufsziel: Ingenieurin. Aufbruch in die/der Technik. Weinheim: Deutscher Studien-Verlag

Wienekamp, Heidi (1990). Mädchen im Chemieunterricht. Unbewusstes Lehrerverhalten und rollenspezifische Einstellungen als Ursache für das Desinteresse und die schlechteren Leistungen der Mädchen im Chemieunterricht. Essen: Westarp Wissenschaften

Wittmann, Erich (1978). Grundfragen des Mathematikunterrichts. Braunschweig: Vieweg

Wittmann, Erich (1994). Wider die Flut der «bunten Hunde» und der «grauen Päckchen». Die Konzeption des aktiv-entdeckenden Lernens und des produktiven Übens. Dans: Erich Wittmann & Gerhard Müller: Handbuch produktiver Rechenübungen, Bd. 1: Vom Einspluseins zum Einmaleins. Stuttgart: Klett

Wolter, Stefan C. (2000). Wage Expectations: A Comparison of Swiss and US-Students (*Kyklos-International Review for Social Sciences, 1, 2000*)

Wolter, Stefan C. & Zbinden, A. (2001). Rates of Return to Education: The View of Students in Switzerland (*IZA Discussion Paper No. 371*)

**Ziegler, A. & Schober, B. (1997).** Reattribuierungstrainings. Regensburg: Roderer

Zutavern, Michael & Brühwiler, Christian (2002). L'apprentissage autodirigé, compétence transversale. Dans: OFS/CDIP: Préparés pour la vie? Les compétences de base des jeunes. Rapport national de l'enquête PISA 2000. Berne: OFS, 2002

Zwick, Michael M. & Renn, Ortwin (2000). Die Attraktivität von technischen und ingenieurwissenschaftlichen Fächern bei der Studien- und Berufswahl junger Frauen und Männer. Stuttgart: Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg

## EXPERTES ET EXPERTS

(Ayant pris part à l'atelier du 1er octobre 2002)

Daniel Bain, chercheur en éducation, Avully

Heidi Brunner, Institut pour la formation du personnel enseignant du canton de Berne, Université de Berne, Berne

Nepomucena Marina Decarro, Service de la recherche en éducation, Genève

Anne Fauche, Laboratoire de didactique et épistémologie des sciences de l'Université de Genève, Genève

Anna-Françoise Gilbert, Observatoire EPFL Science, Politique, Société, Ecublens

Karin Grütter, Projet 16+ de la Conférence suisse des délégués à l'égalité, Zurich

Peter Labudde, Abteilung Fachdidaktik des Instituts für Pädagogik und Schulpädagogik der Universität Bern, Berne (entretien unique)

Brigitte Manz-Brunner, Stelle für Chancengleichheit von Frau und Mann, ETH Zürich, Zurich

Ruth Marx, formatrice d'adultes, Arisdorf (animation)

Francine Pellaud, Laboratoire de didactique et épistémologie des sciences de l'Université de Genève, Genève

Ernst R. Pfister, Technische Berufsschule Zürich, Zurich

Heinz Salzmann, Mathematisch-naturwissenschaftliches Gymnasium Bern-Neufeld, Berne

Iris Smid, Berner Fachhochschule, Hochschule für Technik und Architektur, Berthoud

Chantal Tièche Christinat, Institut de recherche et de documentation pédagogique, Neuchâtel

Monika Waldis, Pädagogisches Institut der Universität Zürich, Zurich

## Rapports de tendance du CSRE déjà parus

No 1

Silvia Grossenbacher: *L'appui pédagogique à l'école. Le développement de modèles intégratifs d'enseignement en Suisse*

1994

No 2

*Begabungsförderung in der Volksschule – Umgang mit Heterogenität*

éd. par Silvia Grossenbacher

1999, en allemand seulement

No 3

Urs Vögeli-Mantovani: *Mehr fördern, weniger auslesen. Zur Entwicklung der schulischen Beurteilung in der Schweiz*

1999, paru en allemand seulement (Il existe une version abrégée de ce rapport:

Urs Vögeli-Mantovani: Pour une évaluation plus formative et moins sélective:

le développement de l'évaluation scolaire en Suisse. Neuchâtel: IRDP, 2000, 50 p.)

No 4

Catherine Cusin, avec la collaboration de Silvia Grossenbacher: *Au coeur de redéfinitions. L'interface école/famille en Suisse*

2000

No 5

Stéphanie Vanhooydonck et Silvia Grossenbacher: *L'illettrisme. Quand l'écrit pose problème. Causes, conséquences et mesures*

2002

No 7

Stefan C. Wolter, Stefan Denzler, Grégoire Evéquoz et al.: *Nachfrageorientierte Finanzierung in der Weiterbildung*

2003, en allemand seulement

### **Adresse de commande:**

Centre suisse de coordination pour la recherche en éducation (CSRE)

Entfelderstrasse 61

5000 Aarau

tél. 062 835 23 90

fax 062 835 23 99

e-mail: [skbf.csre@email.ch](mailto:skbf.csre@email.ch)

[www.csre-skbf.ch](http://www.csre-skbf.ch)