economiesuisse
DOSSIER POLITIQUE

5 / 2016
Sciences et technique: un must pour la Suisse

10.06.2016

L'essentiel en bref

L'innovation est la clé du progrès. Une forte capacité d'innovation est primordiale pour que la Suisse puisse préserver sa prospérité et son rôle de premier plan dans la concurrence internationale. Notre pays a besoin d'une ouverture à la recherche et aux innovations techniques et d'un nombre suffisant de candidats à la relève dans les domaines des mathématiques, de l'informatique et de la technique (MINT). Or cette relève n'est plus assurée aujourd'hui et la situation pourrait encore devenir plus tendue avec la limitation prévue de l'immigration. Une nouvelle manière de penser est nécessaire pour inciter davantage de jeunes à se lancer dans une telle formation. Un enseignement MINT de qualité devrait motiver les futurs enseignants à susciter eux aussi de l'intérêt pour le secteur MINT. Pour promouvoir les branches MINT, l'attrait des cours de sciences naturelles et de mathématiques doit être développé dès l'école primaire. Le nouveau Plan d'études 21 alémanique fournit de nombreuses pistes et ces efforts doivent être poursuivis au niveau gymnasial.

Position d'economiesuisse

- L'enseignement MINT à l'école doit être renforcé à tous les niveaux et conçu de façon à être attrayant pour tous les enfants et adolescents.
- Il s'agit de proposer à tous les niveaux scolaires un enseignement motivant des mathématiques, une introduction aux phénomènes des sciences naturelles ainsi que des expérimentations ludiques.
- Une attention encore plus grande doit être portée à la sélection, à la formation et au perfectionnement d'enseignants motivés.
- Le Plan d'études 21 doit être soutenu. Il apporte de nettes améliorations dans le domaine MINT. Le grand fossé hommes-femmesen la matière doit diminuer.
- Les milieux politiques et l'économie doivent continuer de soutenir les projets efficaces de promotion des branches MINT et de les faire encore mieux connaître – malgré la réduction du budget alloué à cette tâche.

L'humain et la technique: un rapport compliqué

La plupart des grands progrès de la civilisation sont le fruit de découvertes scientifiques et d'innovations techniques. Les inconvénients de l'évolution technique ont été thématisés pour la première fois à l'ère de l'industrialisation. En Suisse aussi, les travailleurs indigènes se sentaient menacés.

Du silex à la toute-puissance de la machine

Depuis qu'il a fabriqué les premiers outils voilà quelque 2,6 millions d'années, l'humain n'a de cesse d'améliorer ses conditions de vie grâce au recours à la technique [1] . La plupart des grands progrès de notre civilisation sont dus à des découvertes scientifiques et des inventions techniques: les civilisations avancées de l'Antiquité ne seraient pas imaginables sans l'élevage du bétail, la culture des champs, l'architecture, la roue, l'écriture, les techniques d'irrigation ou la navigation. Pourtant, cette évolution permanente a souvent été freinée au fil des siècles, notamment par des interdictions religieuses. Jusqu'à l'ère de l'industrialisation, le rapport de l'homme à la technique était le plus souvent marqué par l'espoir d'une vie meilleure.

Au début du XIXe s., la multiplication des cheminées d'usine crachant de la fumée et le développement du «travail à la chaîne» ont cependant infligé un premier revers. Ce n'est pas un hasard si le début de l'industrialisation a coïncidé avec l'époque romantique. Le contraste entre la nature originelle et la technologie destructrice des humains a été mis en exergue. Dans son roman Les Années d'apprentissage de Wilhelm Meister paru en 1821, Goethe exprime ce qui préoccupait un grand nombre de ses contemporains: «L'envahissement de la machine me tourmente et m'inquiète, il s'abat sur nous comme un orage (...)». La peur de la technique considérée comme une menace existentielle pouvait également se transformer en violence, comme la «guerre contre la machine» l'a montré dans divers pays européens. En Suisse, des travailleurs indigènes avaient détruit l'entreprise de filature et de tissage mécanique Corrodi & Pfister à Oberuster dans l'Oberland zurichois.

Vers la fin du XIXe siècle, le chemin de fer, l'automobile et les bateaux à vapeur toujours plus rapides ont provoqué une véritable euphorie technique dans le monde, laquelle a cependant été tempérée par la guerre. Une attitude ambivalente à l'égard des chances et des risques de l'évolution technique, mais aussi la prospérité, empêchent de nombreux jeunes de se projeter dans le domaine MINT.

Euphorie du progrès et hostilité à l'égard de la technologie

Vers la fin du siècle, un changement de mentalité radical s'est produit. Une euphorie technique s'est emparée de larges couches de la population européenne. On acclamait les trains toujours plus rapides, les premières voitures, la desserte des Alpes par d'audacieuses lignes de montagne et les grands bateaux commerciaux. Ce vent de renouveau a commencé à faiblir en 1912, lorsque le Titanic a heurté un iceberg. Son naufrage a marqué la disparition d'un paquebot qui symbolisait comme aucun autre le triomphe de la machine. [2] Les événements traumatisants des deux guerres mondiales ont ensuite eu des effets encore bien plus radicaux, car des inventions techniques avaient alors servi pour la première fois à détruire des millions de vies humaines. Les critiques à l'égard de la technologie émanant avant tout des Européens durant la période de l'après-guerre [3] contrastent donc fortement avec la vitesse à laquelle les inventions comme le réfrigérateur ou la télévision se sont propagées dans les années 1950.

Depuis lors, le scepticisme à l'égard de la nouveauté n'a jamais complètement disparu. Malgré le triomphe des ordinateurs et des smartphones, il est régulièrement alimenté – par exemple par la catastrophe de Tchernobyl (1986). Depuis lors, de nombreuses personnes entretiennent un rapport pour le moins

ambivalent avec les sciences et la technique: elles sont à la fois fascinées par les nouvelles découvertes dans l'espace et les possibilités offertes par les tablettes informatiques de la dernière génération et préoccupées par les effets potentiels pour l'homme du génie génétique, de l'intelligence artificielle ou de la nanotechnologie.

Pour les jeunes d'aujourd'hui, il semble moins évident de se projeter dans ce domaine de connaissances que pour les générations précédentes. Cela est plutôt surprenant si l'on considère la façon dont la numérisation et l'automatisation sont en train de modifier radicalement la société et le monde du travail. Comme l'étude internationale Rose («The Relevance of Science Education») le relève, cette situation s'explique notamment par la prospérité croissante: lorsque les besoins matériels d'une société sont couverts, la disposition à s'engager dans un parcours de formation de longue haleine tend à diminuer. Cela se reflète également dans la popularité comparativement faible des branches MINT (mathématiques, informatique, sciences et technique) à l'école.

→ **Une pénurie durable d'ingénieurs, d'informaticiens et de techniciens serait fatale pour un pays d'innovation comme la Suisse.**

Relève insuffisante pour les métiers techniques

Pour une économie comme la Suisse, dont le succès dépend largement de l'innovation et du progrès technique, ce scepticisme ou cette indifférence à l'égard du secteur MINT est extrêmement problématique. Depuis un certain temps, on relève une pénurie de main-d'œuvre dans la plupart des professions techniques – la relève formée en Suisse ne suffit de loin pas à couvrir la forte demande. Dans le domaine des technologies de l'information et de la communication, ce phénomène est systématiquement analysé depuis quelques années. En 25 ans, le nombre des personnes actives dans ce secteur a crû quatre fois plus rapidement que le nombre total de travailleurs en Suisse. Selon les dernières estimations, plus de 80 000 spécialistes seront nécessaires d'ici 2022 pour des postes TIC, en particulier des développeurs de logiciels. Le nombre de diplômes obtenus dans ce domaine a certes augmenté récemment, mais de loin pas assez pour combler la pénurie qui résultera d'une limitation de l'immigration voulue par une majorité de Suisses. Il faudra alors s'attendre à une pénurie de 30 000 spécialistes dans le domaine TIC. [4] Faire des prévisions pour l'ensemble du secteur MINT est difficile, mais, quels que soient les indicateurs utilisés, les indices signalent clairement que le problème ne cesse de s'accentuer. C'est pourquoi le Conseil fédéral a lancé dès 2011 une initiative visant à combattre la pénurie de personnel qualifié.

Les résultats d'une étude menée en 2014 sur mandat du Secrétariat d'État à l'économie (Seco) sont éloquents pour trois des groupes de professions du domaine MINT (le domaine des sciences naturelles n'a pas été présenté en tant que groupe de professions distinct).

Tableau 1
→ La part des femmes dans les professions MINT classiques, en particulier, referme encore un fort potentiel de croissance.

Pénurie de main-d'œuvre dans les domaines professionnels MINT

	Ingénieurs	Techniciens	Informatique
Nombre de collaborateurs	94'000	57'000	97'000
Dont dans des profession potentiellement touchées par une pénurie de main-d'œuvre	60%	89%	51%
Part de femmes dans le domaine professionnel	11%	7%	13%

Source: B, S, S. Volkswirtschaftliche Beratung: Fachkräftemangel in der Schweiz – Ein Indikatorensystem zur Beurteilung der Fachkräftenachfrage in verschiedenen Berufsfeldern. Bâle, 2014

Ce tableau révèle, d'une part, qu'il existe un problème de relève aigu dans chacun des trois domaines. Il montre, d'autre part, où le potentiel est encore loin d'être pleinement exploité, à savoir chez les femmes. Un coup d'œil à la statistique sur la formation montre que les choses ne sont pas susceptibles de changer rapidement. La part des femmes dans les branches MINT des hautes écoles universitaires et des hautes écoles spécialisées est certes passée de 24% à 30% entre 2002 et 2010, mais stagne à ce niveau depuis lors. [5] Ce fossé hommes-femmes n'est cependant pas inscrit dans la pierre. En Italie et en France par exemple, la part des femmes dans les branches MINT est nettement plus élevée qu'en Suisse. Il est donc possible d'agir.

→ La technique a été longtemps considérée comme un bastion d'hommes. Les choses changent, mais la Suisse est à la traîne par rapport à d'autres pays.

La technique, un domaine réservé aux hommes?

Il y a différentes raisons à la présence insuffisante de main-d'œuvre féminine dans les professions techniques. Dans les pays occidentaux, les professions manuelles sont traditionnellement exercées avant tout par les hommes. Il n'est donc pas surprenant que le grand public ait jusqu'à très récemment perçu l'ingénierie et le progrès technique (avec sa fréquente proximité de l'industrie d'armement) comme des domaines typiquement masculins. Les symboles d'identification sont presque exclusivement masculins. Ces conditions-cadre sociales ne facilitaient pas l'accès des femmes aux formations MINT et continuent de déployer leurs effets aujourd'hui. [6]

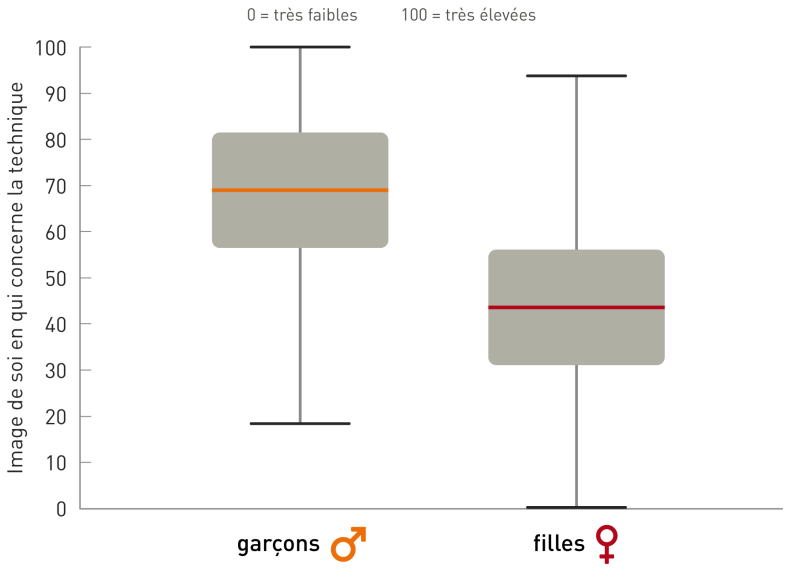
Le vaste sondage «Baromètre de la relève MINT» mené en été 2012 le montre de manière éclatante. 64% des écoliers, mais seules 40% des écolières ont indiqué que leur famille avait éveillé leur intérêt pour la technique. Les pères et les grands-pères ont systématiquement été cités comme modèle dans ce domaine. La différence entre les sexes est particulièrement frappante en ce qui concerne l'appréciation de leurs propres compétences techniques.

Le tableau est le même en ce qui concerne la popularité des branches MINT au gymnase. La physique et les sciences naturelles sont des branches particulièrement appréciées par les garçons. Les filles par contre relèguent la physique au dernier rang du classement. Les écarts sont faibles en ce qui concerne les mathématiques: elles sont en moyenne tout aussi impopulaires parmi les filles que parmi les garçons. Cette classification n'a guère varié ces 30 dernières années et se reflète dans les résultats: on ne relève autant de notes insuffisantes dans aucune autre branche que les mathématiques.

Graphique 1

Image de soi des écoliers et des écolières suisses

De la 7e à la 9e année, en ce qui concerne la technique, 2012



Source: «Baromètre de la relève MINT»

Il est indispensable de promouvoir les branches MINT

Le fait que la Suisse a obtenu de moins bons résultats que la moyenne des pays de l'OCDE lors des premiers tests PISA réalisés en 2000 a été un signal d'alarme pour la politique de la formation.

Les tests PISA ont donné lieu à une prise de conscience

Pendant longtemps, cette situation a été perçue avec plus ou moins d'indifférence. Les enquêtes PISA (Programme for International Student Assessment) réalisées pour la première fois en 2000 ont été un signal d'alarme. Les performances des écolières et des écoliers suisses dans les domaines de la lecture et des sciences naturelles s'étaient alors même révélées inférieures à la moyenne des pays de l'OCDE. Ce constat a été plutôt mal vécu par notre pays à hauts salaires fier de son système éducatif. Les tests PISA ne donnent certes qu'un aperçu limité des compétences de nos écoliers et écolières, mais ils ont mis en évidence la nécessité d'agir. Un pays comme la Suisse, avec une économie aussi tributaire de l'innovation et du savoir-faire technique, doit se démarquer très largement de la moyenne de l'OCDE sur le long terme et chercher à s'aligner sur les meilleurs du monde. La politique de la formation a pris le thème au sérieux et attribue désormais davantage de poids à ces matières. Le succès ne s'est pas fait attendre: depuis 2003, les moyennes des résultats PISA en Suisse sont largement supérieures à la moyenne de l'OCDE, du moins d'un point de vue statistique, même s'il reste une marge de progression. Les résultats en mathématiques sont particulièrement réjouissants, puisque la Suisse figure désormais dans le peloton de tête.

Grafique 2

Résultats moyens de la Suisse et des pays de l'OCDE lors des tests PISA (écoliers et écolières de 15 ans)

En gras: valeurs largement supérieures à la moyenne de l'OCDE

		Lecture	Maths	Sciences naturelles
2000	CH	494	529	496
	OCDE	500	500	500
2003	CH	**499**	**527**	**513**
	OCDE	494	500	500
2006	CH	**499**	**530**	**512**
	OCDE	492	498	500
2009	CH	**501**	**534**	**517**
	OCDE	493	497	501
2012	CH	**509**	**531**	**515**
	OCDE	496	494	501

Source: Pisa-Erhebungen 2000 bis 2012

Du fait du rapide changement technologique, la Suisse doit s'investir davantage dans la promotion des branches MINT. L'intérêt pour la technique et les sciences doit être éveillé dès l'école primaire, puis entretenu.

Des exigences professionnelles accrues

Outre les résultats des tests PISA, les nombreux appels et initiatives de l'économie ont également atteint leur but. Aujourd'hui, il est de manière générale incontesté que les compétences MINT et les formations professionnelles correspondantes doivent être développées. L'État se mobilise en faveur de cette cause, les universités et les

hautes écoles spécialisées ont réagi et la problématique qui est régulièrement traitée dans les médias. Avec le changement technologique omniprésent et la numérisation, la Suisse ne peut de toute évidence pas se permettre de négliger la promotion de la relève dans ce domaine. En effet, il en va de la préservation à long terme de la place industrielle et de l'innovation helvétiques. Il ne suffit pas de défendre le statu quo, car les exigences posées par l'économie aux spécialistes MINT augmentent continuellement. Aujourd'hui, le niveau de compétence exigé dans la plupart des professions techniques est nettement plus élevé qu'il y a dix ans. Les activités dans l'industrie – par exemple polymécanicien, automaticien, électronicien, laborantin ou développeur de logiciels – sont devenues plus pointues, car les tâches sont désormais plus diversifiées et plus complexes. Les jeunes doivent donc disposer d'excellentes compétences dans les matières MINT pour pouvoir effectuer avec succès un apprentissage poussé. Et ces exigences ne se limitent depuis longtemps plus aux professions industrielles. Aujourd'hui, on attend des employés de commerce qu'ils sachent gérer de manière autonome un site Internet et des applications informatiques sont utilisées dans un grand nombre de professions manuelles.

La tendance est claire: à l'avenir, l'importance des branches MINT se renforcera pour un nombre croissant de professions. Comme il est très rare que l'intérêt pour les thèmes scientifiques ne se développe qu'à l'âge adulte, il s'agit de l'éveiller dès l'école primaire. Les conditions pour le faire sont réunies: on peut oser affirmer que pratiquement tous les écoliers de première année trouvent les opérations de calcul passionnantes et sont fascinés par les expériences chimiques simples ou résolvent volontiers un problème à l'aide de l'ordinateur. Ces enfants ne témoignent pas de méfiance ou d'hostilité envers la technique. Au niveau de l'école primaire et au degré secondaire, le défi consiste ainsi à attiser cette curiosité et à cultiver l'intérêt pour les thèmes MINT jusqu'à l'âge adulte.

Exemples d'une promotion réussie des branches MINT

En Suisse, de nombreuses initiatives visant à rendre les formations MINT plus populaires ont été lancées. La Confédération appuie ces efforts dans le cadre du programme «MINT Suisse».

De nombreuses approches valables existent

En Suisse, de nombreuses initiatives visant à rendre les formations MINT plus populaires ont été lancées. La promotion des branches MINT figure à l'agenda politique de plusieurs cantons (ici vous trouverez un aperçu). Les hautes écoles spécialisées ainsi que les universités se mobilisent également. La Confédération appuie ces efforts depuis 2014 via des académies suisses des sciences (principalement SATW et SCNAT) dans le cadre du programme «MINT Suisse», qui soutient divers projets et organise des événements de réseautage. Science et Cité, une fondation partenaire des académies, propose notamment des camps de vacances scientifiques, des forums et des laboratoires pour les écoliers ainsi que des expositions. Avec le centre de formation et de conseil pour l'enseignement de l'informatique et le centre MINT, les Écoles polytechniques fédérales soutiennent l'offre d'apprentissage scolaire au travers d'initiatives propres. L'économie a elle aussi lancé et soutenu divers programmes. Nous vous présentons brièvement ci-après quelques projets MINT couronnés de succès.

RobOlympics

La Haute école de technique de Rapperswil (HSR) organise les RobOlympics depuis 14 ans: un week-end durant, des écoliers des degrés secondaire I et II de Suisse et d'Allemagne ont l'occasion d'interagir de manière ludique avec des robots et de s'affronter dans des épreuves. Les équipes construisent des robots avec des éléments de Lego identiques et les programment eux-mêmes avant d'accomplir dans diverses catégories les tâches imposées de manière rapide ou efficace, selon les consignes. Les robots doivent être reprogrammés pour chacune des disciplines de la compétition et adaptés à un nouvel environnement. L'accent est clairement mis sur l'amusement et pas forcément sur la compétition. Les organisateurs tiennent beaucoup à ce que les participants échangent leurs expériences et se donnent des conseils durant les épreuves. En mettant sur pied cette manifestation très populaire, la HSR souhaite développer l'intérêt pour la technique chez les jeunes et contribuer ainsi à assurer la relève des ingénieurs. La manifestation est également soutenue par «MINT Suisse».

explore-it

explore-it est un projet de recherche et développement lancé il y a plus de dix ans par la Haute École Pédagogique du Valais (HEPVS) et la Haute école pédagogique de la Suisse du Nord-Ouest (PH FHNW). L'idée est la suivante: les enseignants sont dotés de matériel adapté aux mains des enfants (dès la 4e année) et permettant d'explorer des principes techniques de base. Les kits peuvent être commandés à un prix avantageux auprès de l'association. Il s'agit en l'occurrence

de construire un objet simple, par exemple une installation pour produire de l'énergie éolienne ou un avion propulsé de diverses façons. Des kits spéciaux sont proposés lors de journées d'action ou de projets pilotes extrascolaires. Des cours de perfectionnement destinés aux enseignants sont en outre proposés dans les écoles ou en entreprise. L'objectif d'explore-it est de développer la passion de la technique chez les enfants de 9 à 12 ans. Le projet est notamment soutenu par l'association «Jeunesse et économie».

SimplyScience

SimplyScience est une fondation qui explique aux enfants de 8 à 18 ans le monde fascinant des sciences naturelles et de la technique. Cette plateforme Internet propose des histoires amusantes, des jeux, des concours et des expériences consacrées à la technique et aux phénomènes naturels, sous une forme adaptée aux différentes tranches d'âge. Les enfants et les adolescents apprennent par exemple pourquoi les ours polaires ne souffrent pas du froid, comment fabriquer une e-guitare, qu'est-ce qu'un Fata Morgana ou comment la robotique s'inspire du monde des animaux. Elle présente en outre les professions MINT aux adolescents et un calendrier renseigne sur les journées de stage ou d'information. Divers outils didactiques pour un enseignement scolaire des sciences axé sur la pratique sont mis à la disposition des enseignants. SimplyScience travaille en étroite collaboration avec les associations professionnelles, mais aussi avec des revues pour la jeunesse et des musées. Cette initiative lancée en 2008 par l'association économique scienceindustries est également soutenue par le Département fédéral de l'économie.

tunSchweiz

La fondation tunSchweiz coordonne les activités des associations Swissmem et swissT.net ainsi que de nombreux partenaires régionaux pour éveiller chez les enfants et les adolescents de l'intérêt pour les sciences naturelles et la technique. Elle soutient une ou plusieurs fois par année un grand atelier intitulé «tun» (agir en allemand) dans le cadre d'une foire grand public à Berne, Zurich, Bâle ou en Suisse orientale. Dans ce contexte, des classes ou des enfants accompagnés de leurs parents ont l'occasion de réaliser des expériences passionnantes dans les domaines MINT. L'offre englobe divers ateliers et expériences organisés en collaboration avec les hautes écoles et les instituts de recherche ou par des entreprises. Des formations continues complémentaires et des ateliers de discussion sont proposés aux enseignants et aux personnes intéressées.

NaTech Education

Cette association s'engage en faveur de la promotion des sciences naturelles et d'une meilleure compréhension de la technique aux degrés primaire et secondaire I. Elle soutient l'élaboration de matériel pédagogique spécialement destiné aux écoles primaires et se mobilise pour que les objectifs éducatifs contribuant à la compréhension de la technique et des sciences naturelles soient inscrits dans le plan de formation. Les journées techniques destinées au degré

primaire, les semaines techniques proposées dans les hautes écoles pédagogiques ou, encore, l'exposition itinérante «Achtung Technik Los!» pour les écoles du degré secondaire I organisées par NaTech Education en collaboration avec des écoles supérieures spécialisées, des écoles techniques et des centres de formation rencontrent un franc succès.

IngCH: Engineers Shape our Future

Le but de l'association IngCH constituée en 1987 est de sensibiliser le public à l'importance cruciale de la technique pour l'économie, la culture et la politique et d'éveiller chez les jeunes de l'intérêt pour une formation d'ingénieur. Pour ce faire, IngCH organise chaque année quelque 40 journées techniques et d'information dans les gymnases dans l'ensemble de la Suisse, auxquelles environ 1500 écoliers et écolières participent, des «journées techniques pour les filles» destinées aux écolières du secondaire ainsi que l'exposition itinérante «Achtung Technik Los!» (en coopération NaTech Education). IngCH soutient l'émission interactive «The Ing Thing» de la chaîne de télévision alémanique pour la jeunesse Joiz et propose en outre des séances d'information aux conseillers en orientation professionnelle.

i-factory

Dans le cadre de l'exposition permanente «i-factory» du Musée des transports de Lucerne, les particuliers et les classes d'écoliers ont l'occasion de se familiariser de manière ludique avec le domaine de l'informatique. Les visiteurs peuvent s'essayer aux techniques de base comme la codification, le tri ou la planification de procédures, tandis que ·des films et des animations sur ordinateurs jettent un pont vers les applications concrètes utilisées dans le monde réel, en particulier dans le domaine des transports.

→ **Il faut coordonner encore mieux les nombreuses approches qui fonctionnent et avant tout les faire connaître.**

Points communs: expérimenter et apprendre en jouant

Il est judicieux de mieux faire connaître les instruments existants et, si possible, de les coordonner. Toutes les approches sont prometteuses et cherchent à susciter l'intérêt des jeunes pour les thèmes MINT par le jeu. C'est une condition indispensable: dans certaines branches MINT, en particulier les mathématiques, on a constaté que le plaisir d'apprendre diminue de manière drastique quand les expériences ludiques sont remplacées par de la matière à assimiler en vue d'un examen. Au lieu d'apprendre de nouvelles choses, on passe à un mode «juste ou faux», ce que renforcent les notes sanctionnant la performance. Toute personne pour qui les mathématiques ne sont plus un processus de découverte fait avec curiosité, mais une intégration laborieuse de raisonnements étrangers perd rapidement l'envie de participer et d'approfondir [7] Aussi est-il important de laisser suffisamment de place au plaisir d'expérimenter par des exercices et des formes d'apprentissage ouverts (travaux pratiques ou collaboratifs au lieu d'un enseignement purement frontal) également aux niveaux d'enseignement supérieur. Une étude menée sur le long terme par l'Université de Munich [8] a récemment démontré que, en particulier pour les mathématiques, l'enseignement

appliqué et la motivation jouent clairement un rôle plus important que l'intelligence individuelle pour le succès académique. Il n'est donc pas surprenant que le présent dossierpolitique examine d'autres approches visant à encourager les branches MINT, qui accordent une importance particulière à l'enseignement des mathématiques à tous les niveaux.

→ **Toutes ces mesures placent le raisonnement MINT au centre: identifier et définir des problèmes, tester des possibilités et, enfin, trouver une solution, la contrôler et l'améliorer.**

Comment transmettre un raisonnement MINT?
Un élément central de tout encouragement des branches MINT doit être de transmettre aux jeunes le mode de raisonnement qui sous-tend ces branches. Cela suppose, premièrement, d'identifier et de définir des problèmes et des questions. Autrement dit, il s'agit de formuler précisément la problématique fondamentale. Deuxièmement, il convient de chercher une solution par le biais d'expérimentations et en utilisant des instruments et des méthodes scientifiques. Ensuite, troisièmement, la solution doit être contrôlée et si nécessaire corrigée. Enfin, il est important de communiquer la solution développée de manière compréhensible – de manière à convaincre un interlocuteur de l'adéquation de la solution.

Pistes pour renforcer l'encouragement des branches MINT

→ **Les différents domaines et modules du nouveau Plan d'études 21 offrent de nombreuses pistes pour encourager systématiquement les branches MINT.**

Les pistes du Plan d'études 21

Malgré tous les efforts déployés par les milieux politiques et économiques pour renforcer les formations MINT et les succès notables remportés, l'objectif n'est que partiellement atteint: la part des femmes dans les filières d'études MINT n'augmente pas indéniablement et il ne semble pas que la pénurie de main-d'œuvre spécialisée dans les MINT puisse être atténuée par une hausse du nombre d'étudiants. Que faut-il faire pour mieux encourager les branches MINT?

En particulier en ce qui concerne les thèmes MINT, la réforme actuelle du plan d'études alémanique offre de grandes chances qu'il convient de saisir. Le Plan d'études 21, premier plan d'études commun des écoles obligatoires de tous les cantons alémaniques et plurilingues, se focalise sur des compétences que les écoliers sont censés acquérir. Le savoir ne doit pas seulement être emmagasiné, il doit surtout pouvoir être appliqué de manière interdisciplinaire. Ce concept est judicieux, surtout pour la communication de thèmes MINT.

→ **Un enseignement moderne des mathématiques pose les fondements qui permettront plus tard d'aborder les MINT. Les élèves doivent reconnaître dans les mathématiques une discipline nécessaire et utile pour toute la vie.**

Domaine des mathématiques

Le nouveau plan d'études promeut un enseignement moderne des mathématiques, en lien avec la réalité et accordant une large place à l'étude individuelle des principes mathématiques et géométriques: «L'enseignement des mathématiques développe les capacités nécessaires pour reconnaître les liens de cause à effet et les faits réguliers, exécuter des opérations de transfert, favoriser l'agilité d'esprit, élever le raisonnement au niveau de l'abstraction et encourager la pensée logique et analytique. Cela suppose de développer les capacités individuelles d'analyse et de renforcer les capacités de réflexion et de jugement en vue de résoudre des problèmes futurs.» [9] Pour toutes les formations professionnelles ou presque, et notamment pour les professions MINT, ces capacités sont essentielles. Mais un bon enseignement des mathématiques se distingue aussi par le fait qu'il permet aux élèves de mettre en relation la théorie avec la réalité et qu'il s'adapte à leur niveau respectif de connaissances et de compétences. Les moyens pédagogiques élaborés au cours de ces dernières années mettent par conséquent l'accent sur l'accomplissement de tâches mathématiques dites «substantielles», c'est-à-dire des tâches qui peuvent être accomplies en fonction de différents niveaux de compétences. Cela permet d'éviter que des élèves se retrouvent complètement démotivés parce que les mathématiques les dépassent ou, à l'inverse, parce qu'ils ne sont pas assez sollicités. Le plan d'études alémanique veut encourager les élèves à penser par eux-mêmes, à reconnaître des schémas et à chercher de nouvelles possibilités de solution. L'objectif est de les amener à se confronter intensément à des questions et à des raisonnements mathématiques allant au-delà du monde abstrait des chiffres. Les élèves doivent reconnaître dans les mathématiques une discipline utile et nécessaire pour toute la vie. Dans l'enseignement, il pourrait être utile par

exemple d'utiliser les conclusions des mathématiques appliquées pour appréhender les mécanismes économiques. Le calcul des probabilités montre par exemple les chances de gagner la loterie et le retour sur investissement des modestes sommes investies.

Le passage du calcul simple à l'abstraction représente une étape délicate dans l'enseignement des mathématiques. Il convient de lui accorder une attention particulière si l'on veut éviter que des élèves décrochent à ce moment-là.

→ **L'envie de vérifier et de comprendre les phénomènes naturels et techniques doit figurer au cœur de l'enseignement NHS, mais doit aussi être transmise dans d'autres disciplines.**

Domaine de la nature, de l'homme et de la société (NHS)
Dans le plan d'études alémanique, les sciences naturelles et techniques trouvent place dans le domaine plus vaste de la nature, de l'homme et de la société. Les principes pédagogiques y sont comparables à ceux du domaine des mathématiques: «L'enseignement des sciences naturelles doit permettre de mieux comprendre les phénomènes du quotidien et de la technique et d'expliquer des expériences personnelles avec l'environnement.» [10] On ne soulignera jamais assez l'importance de l'expérimentation par le jeu pour se familiariser avec les sciences naturelles et techniques. Un bon enseignement devrait toutefois dépasser le simple exercice d'analyse, de compréhension et de raisonnement et chercher à fasciner les élèves. Ou, lorsque cette fascination est déjà présente, à renforcer celle-ci. Le nouveau plan d'études permet aussi d'enseigner les sciences naturelles et techniques de manière interdisciplinaire. Ce qui rend ces matières encore plus attrayantes pour les élèves.

→ **Dans le domaine des arts, le nouveau plan d'études prévoit la transmission de nombreuses compétences en relation avec les matériaux, la mécanique, la planification et la construction.**

Domaine des arts
Si le domaine des arts ne fait pas partie des branches MINT au sens traditionnel du terme, il n'en est pas moins important pour l'encouragement des MINT. Dans ce domaine, les enfants découvrent toutes sortes de matériaux et d'outils et cherchent à résoudre des problèmes concrets de production et de technologie. Dans le sous-domaine de la création visuelle, le nouveau plan d'études prévoit la transmission de nombreuses compétences dans les domaines de la construction, des matériaux et des outils. Dans le sous-domaine du textile et de la création technique, le plan d'études prévoit l'acquisition de compétences comme le développement d'idées de produit, la réalisation de ces idées à l'aide de plans et de modèles, la compréhension des techniques de construction, les techniques d'entraînement mécanique ou la production d'énergie.

→ **De nombreux enfants connaissent l'informatique en tant que consommateurs de jeux vidéo ou en tant qu'internautes. Le module «médias et informatique» du plan d'études doit leur montrer en quelques étapes que la programmation peut elle aussi être passionnante.**

Module «médias et informatique»
Contrairement à ses versions antérieures, le plan d'études alémanique tient compte de manière appropriée de l'informatique dans le module «médias et informatique». Selon le plan d'études, les élèves doivent comprendre les fondements de l'informatique et pouvoir les appliquer de manière ciblée pour résoudre des problèmes. Les élèves doivent aussi pouvoir utiliser l'informatique

comme outil d'aide à l'apprentissage et à la communication, y compris en vue de son utilisation ultérieure dans le monde du travail. L'habileté numérique gagnera en effet en importance dans la formation, la recherche et l'innovation. Dans le domaine du «big data», les compétences statistiques et d'analyse prédictive sont toujours plus demandées. Il faut absolument que ce module soit effectivement intégré dans les plans d'études cantonaux et qu'il fasse l'objet de cours. Il est nécessaire de changer la perspective des élèves et de passer de la pure consommation (jouer ou surfer, par exemple) à la production et à la création individuelle. Dans le plan d'études alémanique, l'informatique est revalorisée. Le plan d'études prévoit qu'elle doit être enseignée séparément et non pas de manière plus ou moins facultative dans la formation aux médias. L'objectif est de développer la capacité à résoudre des problèmes. Dans le cadre d'exercices simples déjà, il est possible de montrer aux élèves que la programmation ne relève pas de la sorcellerie et que des connaissances même rudimentaires permettent déjà d'obtenir des résultats.

→ **Les personnes qui connaissent les possibilités professionnelles et leurs centres d'intérêt sont plus enclines à se lancer dans des formations MINT, réputées pourtant difficiles. D'où l'importance du module «orientation professionnelle» pour l'encouragement des MINT.**

Module «orientation professionnelle»
Les élèves ne doivent pas seulement apprendre à se confronter personnellement au monde du travail. Ils doivent aussi avoir une idée du système suisse de formation. Les personnes qui connaissent leurs centres d'intérêt et leurs compétences et qui sont au courant des nombreuses possibilités de formation, y compris dans la formation continue, ne se décident pas mollement à entamer des études gymnasiales ou à accepter la première place d'apprentissage venue. Plutôt que d'emprunter un boulevard, ces personnes préfèrent opter pour la voie plus ardue d'une formation MINT. C'est pourquoi le module dédié à l'orientation professionnelle doit être doté d'un nombre d'heures suffisant.

→ **Si de nouvelles matières sont introduites dans les plans d'études, l'enseignement des mathématiques ne doit pas être sacrifié au profit de celles-ci.**

Mesures d'encouragement des MINT à tous les niveaux de la scolarité

En 2012, la notation séparée des branches des sciences naturelles (physique, chimie, biologie) a été réintroduite pour la maturité, relevant du même coup leur importance dans les gymnases. Dans de nombreux gymnases, des classes MINT spécifiques ont été ouvertes (voir par exemple à Köniz). Au cours de ces dernières décennies, la scolarité obligatoire a été le théâtre d'un mouvement en sens inverse. Le plan des matières a été étoffé de quelques nouveautés, dont l'apprentissage d'une deuxième langue étrangère. Des contenus ont été rognés ailleurs, dans les mathématiques par exemple. Quelques cantons, Berne par exemple, veulent à nouveau réduire les heures d'enseignement des mathématiques pour pouvoir introduire les nouveaux modules prévus par le plan d'études alémanique. C'est une erreur. Les mathématiques offrent les bases indispensables pour appréhender les autres branches MINT. Il faut s'assurer à tous les niveaux de la scolarité, de la scolarité obligatoire au gymnase, que les heures de cours dans les branches MINT tendent à augmenter et non à diminuer. L'attrait de l'enseignement à tous les niveaux de la scolarité dépend en outre aussi des moyens pédagogiques utilisés. Ces moyens devraient faciliter l'accès aux branches MINT de manière ludique et jeter des ponts avec le quotidien. Dans le cadre de la révision en cours du plan d'études alémanique,

de nombreux moyens pédagogiques doivent de toute façon être réexaminés. C'est une occasion à saisir. Simultanément, les formations et les formations continues dans les Hautes écoles pédagogiques doivent viser une mise en œuvre ciblée et scientifique du LP 21.

→ **L'enseignement des mathématiques dans les gymnases doit se rapprocher de la réalité et mettre en lumière l'utilité de la branche.**

Revoir l'enseignement des mathématiques dans les gymnase
De nombreux gymnasiens obtiennent une note insuffisante en mathématiques durant les épreuves de maturité. Les mathématiques sont enseignées par des personnes diplômées en mathématiques qui n'ont jamais eu de problèmes dans cette branche pendant toute leur scolarité et durant toutes leurs études. Ces personnes n'ont jamais eu besoin de cours reposant sur des bases pédagogiques solides pour comprendre la matière, et il n'a pas été nécessaire non plus de leur présenter des applications concrètes pour les motiver. Serait-ce la raison pour laquelle tant de jeunes obtiennent des notes insuffisantes en mathématiques dans nos gymnases, en dépit de la sélection sévère qui s'y opère? De fait, si l'enseignement des mathématiques est bon et si l'utilité de la branche est mise en lumière, la plupart des élèves arrivent à suivre. D'où la question suivante: pourquoi l'enseignement des mathématiques dans les gymnases n'est-il pas donné par des informaticiens, des ingénieurs ou des économistes? Ces enseignants ne seraient-ils pas plus aptes à jeter des ponts avec la pratique et à rendre les mathématiques plus compréhensibles? Pour les jeunes enseignants, l'enseignement des mathématiques devrait non pas être subi, mais vécu avec plaisir. [11]

→ **Les enfants ont besoin d'enseignants qui non seulement leur apprennent des règles et des méthodes, mais leur transmettent aussi le goût des branches MINT.**

Des enseignants motivés
Dans les branches MINT, des enseignants compétents et motivés sont la condition sine qua non d'un bon d'enseignement. Il faut d'abord bien les sélectionner et, ensuite, les former adéquatement pour qu'ils sachent motiver les élèves. Il serait faux cependant de vouloir valoriser l'enseignement des MINT en introduisant obligatoirement des formes et des instruments d'apprentissage particuliers. Les enseignants doivent rester libres de choisir la méthode d'apprentissage, car il n'existe pas qu'un seul chemin pour parvenir au but. Une méthode prometteuse consiste à miser sur un enseignement attrayant des MINT dans le cadre de la formation continue à l'intention des enseignants. Le canton de Berne a fait de très bonnes expériences en la matière dans le cadre du projet pilote «Éducation et technique» (2013-2015). Les personnes qui continuent de se former devraient être récompensées en conséquence, par le biais du salaire ou d'une liberté accrue dans l'aménagement de l'enseignement.

→ **L'école publique devrait plus souvent faire appel à des spécialistes MINT: les informaticiens, les ingénieurs ou encore les chercheurs pourraient faire profiter les élèves de leurs connaissances pratiques.**

Ouverture des salles de classe
Il ne viendrait à l'idée de personne d'affirmer que des enfants ne peuvent se rendre chez le dentiste scolaire parce que celui-ci ne disposerait d'aucune formation pédagogique. Personne ne proteste quand, durant une excursion, un apiculteur, une agricultrice, un vétérinaire ou la responsable d'une station

d'épuration donne des explications aux élèves, même si cette personne ne possède aucun certificat attestant de compétences pédagogiques. L'expérience et la connaissance du métier et de l'environnement offrent des garanties suffisantes pour autoriser ces personnes à se poser en interlocuteurs dans l'enseignement. On peut donc se demander pourquoi il n'en irait pas de même des informaticiens, des ingénieurs ou des chercheurs. Des professionnels qui utilisent les mathématiques dans leur quotidien ou dans leur environnement économique pourraient apporter une contribution très précieuse pour mieux mettre en lumière l'utilité des mathématiques. Ces experts se trouvent probablement dans l'environnement immédiat de presque toutes les écoles. La vague attendue de départs à la retraite chez les spécialistes MINT peut donc aussi être vue comme une chance. Mais les parents, des connaissances des enfants ou des enseignants peuvent aussi faire profiter les élèves de leurs connaissances à tous les niveaux de la scolarité s'ils sont prêts à partager leurs connaissances et leur enthousiasme; cet échange peut avoir lieu durant une excursion, au cours d'une semaine thématique, sous la forme d'un mentorat pendant un travail semestriel ou lors d'un accompagnement d'une classe sur un sujet pendant une période prolongée. L'école a tout à gagner d'une intégration encore plus poussée de ces ressources. Il va sans dire que les questions pédagogiques doivent continuer à relever de la responsabilité des enseignants et que l'intégration d'experts externes ne doit pas entraîner un alourdissement de la charge bureaucratique qui pèse déjà sur eux.

→ **Une expérience en entreprise, par exemple au cours d'une semaine thématique, peut montrer à des élèves comment leurs connaissances MINT trouvent une application pratique.**

Renforcement de la coopération entre l'économie et l'école

Un autre moyen de lever les résistances envers les métiers MINT est d'encourager les élèves à effectuer des séjours en entreprise. Dans le canton des Grisons, cette idée est concrétisée avec succès depuis 2014 dans le cadre d'un projet intitulé MINT-CAMPS GR. En collaboration avec la HEP des Grisons (PHGR), des entreprises de la région proposent, une semaine durant, plus de 120 places à des élèves de la 3e à la 6e année. Dans le cadre d'activités modulées, intéressantes et optimisées pédagogiquement, les enfants apprennent à se passionner pour les métiers MINT et découvrent simultanément comment leurs connaissances scolaires sont appliquées en entreprise. Ils sont accompagnés sur place par des étudiants de la PHGR et par des apprentis de l'entreprise. Même si les MINT-CAMPS GR ont lieu pendant les vacances scolaires, ils sont à chaque fois pris d'assaut. Il serait bien que des projets similaires puissent voir le jour dans d'autres régions de Suisse.

→ **L'EPFZ met en avant l'utilité des filières d'études MINT dans le descriptif qui leur est consacré. Les jeunes femmes notamment sont très sensibles à ce message.**

Mettre en lumière l'utilité des filières d'études MINT

Une fois que les fondements sont posés et que l'intérêt est là, il faut encourager les jeunes à s'inscrire dans les filières d'études MINT. Beaucoup de jeunes gens veulent contribuer à rendre le monde meilleur et à résoudre les problèmes de l'humanité. Pour les grandes questions de l'humanité, comme les questions énergétiques, la pollution de l'environnement, les méthodes de traitement des

maladies ou encore l'alimentation de la population mondiale, des connaissances MINT étendues sont nécessaires. L'EPFZ a fait de bonnes expériences en mettant en avant l'utilité des études MINT dans le descriptif qui leur est consacré. Elle a atteint un large public féminin que la technique rebute habituellement. Des messages sur l'utilité des filières MINT peuvent ainsi encourager de jeunes gens à se lancer dans une carrière MINT.

→ **Il faudra beaucoup de temps et de patience pour améliorer la place des branches et des métiers MINT. L'encouragement des MINT doit donc impérativement s'inscrire dans une perspective à long terme.**

Davantage de sensibilisation pour ce thème

De bons projets existent pour encourager les MINT, et ils connaissent un franc succès. Mais d'ici à ce que la population comprenne à quel point les branches MINT sont importantes, il faudra encore du temps et de la patience de la part de tous les acteurs en présence. Les mentalités ne changeront que lorsque la population aura été largement sensibilisée. Dans la famille, dans la crèche ou au jardin d'enfants, on peut apprendre aux enfants dès leur plus jeune âge à se passionner pour les MINT en développant des jeux adéquats. L'encouragement des MINT doit s'inscrire dans une perspective à long terme. L'économie et le monde de la formation sont tous deux appelés à sensibiliser la société à l'importance des MINT.

Conclusion

La Suisse pourra poursuivre sur sa lancée à condition de rester ouverte à la recherche et au développement technique. Le Plan d'études 21 contient de nombreux éléments pour encourager les branches MINT. Leur utilisation dépend avant tout des cantons et du corps enseignant. Les enseignants en formation doivent aimer les branches MINT. La clé réside dans un enseignement attrayant au gymnase. L'encouragement des branches MINT fonctionnera à condition d'être axé sur le long terme. Aussi faut-il défendre ces branches également dans les périodes où les deniers publics se font rares.

Le succès se construit à long terme

L'homme et la technique ont, depuis toujours, une relation ambivalente. Dans l'histoire, des phases d'euphorie suscitées par le progrès ont toujours alterné avec des phases de scepticisme face à l'innovation. Ces évolutions et attitudes ont laissé des traces, également en Suisse. Et pourtant, la Suisse s'est muée, au cours des dernières décennies, en pays de l'innovation par excellence – surtout, mais pas seulement dans le domaine des MINT. Elle ne peut poursuivre sur sa lancée que si elle est à même de maintenir son ouverture à la recherche et aux nouveautés techniques. Et cela signifie bien plus que la diffusion rapide de nouveaux gadgets techniques ou de services en ligne. De même, le fait de savoir que des jeunes gens avec de bonnes connaissances dans les MINT trouvent plus facilement un emploi ne suffit pas. Ce dont nous avons besoin c'est d'une reconnaissance générale, par la société, de la valeur de ces compétences ainsi que des formations et métiers concernés. Ainsi seulement sera-t-il possible de résoudre à long terme le problème de la relève dans les branches concernées.

Seule une meilleure acceptation des branches MINT au sein de la société permettra de sensibiliser les familles à ces branches, de faire augmenter la part des femmes dans ces branches, d'amener les enseignants à se sentir responsables pour l'enseignement des branches MINT et, enfin, d'atténuer la pénurie de main-d'œuvre spécialisée. L'école obligatoire joue un rôle important pour cette transition. Le nouveau Plan d'études 21, qui est maintenant introduit dans les cantons alémaniques et plurilingues, contient de nombreuses mesures efficaces. Cela dit, il ne peut déployer ses effets que si les cantons sont prêts à donner suffisamment de poids aux branches MINT dans leurs plans d'études.

L'encouragement des branches MINT n'est pas axé seulement sur l'école obligatoire. Le gymnase joue aussi un rôle clé: premièrement, il faut maintenir l'intérêt pour les branches MINT qui a, espérons-le, été suscité à l'école obligatoire. Deuxièmement, la plupart des futurs enseignants sont passés par le gymnase. Des enseignants intéressés par les branches MINT susciteront l'intérêt des enfants ou renforceront leur intérêt pour des thèmes technico-scientifiques. Les mauvaises notes, surtout en mathématiques et dans les branches MINT, de gymnasiens dépourvus de motivation devraient être considérées comme un problème à résoudre. Les branches MINT doivent amuser les enseignants en formation; ceux-ci devraient voir l'importance et la fascination suscitée par ces approches et pouvoir dépasser d'éventuels blocages face aux branches techniques.

En lien avec l'encouragement des branches MINT, il convient d'accorder une attention particulière au fossé hommes-femmes. On ne peut admettre que, en Suisse, la proportion de femmes dans les formations MINT soit aussi faible en comparaison internationale. Pour qu'il porte ses fruits, l'encouragement des branches MINT doit être axé sur le long terme. Il ne s'agit pas d'organiser des mesures à la hussarde, axées sur le court terme. Les milieux politiques et économiques ainsi que les écoles de tous les niveaux, jusqu'aux établissements de

formation des enseignants sont appelés à poursuivre leur engagement. Concrètement, cela suppose de mettre à disposition les informations et offres concernées, d'encourager et de mieux faire connaître les nombreux projets sensés qui ont émergé dans ce domaine ces dernières années. Et, à des périodes où les deniers publics se raréfient, il importe de défendre bec et ongles l'encouragement des branches MINT.

1. Semaw, Sileshi: The World's Oldest Stone Artefacts from Gona, Ethiopia. Dans: Journal of Archaeological Science, Bd 27/2000. Pp. 1197–1214
2. Glaser, Hermann: Das deutsche Bürgertum. Zwischen Technikphobie und Technikeuphorie. Dans: Slewski, Michael/Stölken-Fitschen, Ilona (éd.): Moderne Zeiten: Technik und Zeitgeist im 19. und 20. Jahrhundert. Stuttgart, 1994. pp. 39–40
3. Cf. par exemple Andres, Günther: Die Antiquiertheit des Menschen. München, 1956
4. Braun Dubler, Nils et al. (Econlab): ICT-Fachkräftesituation. Bedarfsprognose 2022. Bâle, 2014
5. Officie fédéral de la statistique: part des femmes dans les branches MINT. Neuchâtel, 2015
6. Pour une analyse critique de ce phénomène, cf.: Wajcman, Judy: TechnoFeminism. Cambridge, 2004
7. Spiegel, Hartmut/Selter, Christoph: Kinder & Mathematik. 7 édition. Seelze 2011. pp. 44ss.
8. Mouayama, Kou et alt.: Predicting Long-Term Growth in Students' Mathematics Achievement: The Unique Contributions of Motivation and Cognitive Strategies. Dans: Child Developement, vol. 84, n° 4. Hoboken 2013. Pp. 1475-1490
9. Conférence de l'instruction publique de la Suisse alémanique (Ed.): Lehrplan 21, Mathematik. Lucerne, 2015. Version corrigée. P. 2. Traduction libre
10. Conférence des directeurs de l'instruction publique de la Suisse alémanique (Ed.): Lehrplan 21, Natur, Mensch, Gesellschaft. Version corrigée. Lucerne, 2015. Page 3. Traduction libre
11. Des propositions concrètes pour améliorer la qualité de l'enseignement dans les gymnases et renforcer les mathématiques et la première langue sont publiées dans: Minsch, Rudolf / Schnell, Fabian: Comment éviter le numerus clausus en Suisse? dossierpolitique n° 8, economiesuisse, 2015