

Une initiative MINT pour le gymnase

2^e partie: Des compétences MINT plus solides

En tant que professeur de physique et de mathématique à la Kantonsschule Wattwil, Hans Peter Dreyer a enseigné aussi bien au séminaire qu'en option P&AM. Didacticien de physique à l'EPFZ, il a développé des manuels d'apprentissage et un catalogue de référence pour la physique discipline fondamentale, ce dernier n'ayant toutefois pas connu le succès. Le sondage MUPET et l'initiative MINT constituent ses plus récentes activités en matière de politique de l'éducation. Pendant ses loisirs, Hans Peter Dreyer s'emploie, entre autres, à développer les compétences de ses petits-enfants dans des domaines aussi divers que le laçage de chaussures et le comptage de pommes de terre.

Depuis l'Antiquité, les écoles se plaignent du niveau de leurs nouveaux élèves. C'est notamment aujourd'hui le cas des facultés de médecine.¹ Si les compétences MINT des bachelier-ère-s doivent être renforcées, une base plus solide devrait être exigée dès l'école primaire. Mais au gymnase également, l'enseignement devrait être mieux adapté au large spectre des apprenant-e-s. Dans cette 2^e partie, nous nous penchons sur l'aptitude aux études supérieures dans le domaine MINT et sur certaines mesures organisationnelles envisageables, notamment un enseignement des mathématiques à deux niveaux et un cours pré-éducatif accéléré de physique. Ceci, sans perdre de vue qu'une amélioration des structures ne remplacera jamais les efforts qualitatifs des gymnases et de leurs enseignant-e-s.

MUPET – un sondage représentatif?

4000 élèves de gymnase, la plupart en 9^e année de scolarité, ont participé au sondage facultatif de début d'études gymnasiales. Ils étaient issus de 22 cantons et de toutes les régions linguistiques de Suisse. Le taux de participation à MUPET correspond bien à celui réalisé par l'enquête représentative EVAMAR I, et la répartition des genres parmi les participants est similaire.

2000 élèves de classe de maturité ont répondu au sondage de fin d'études. Le graphique 1 montre que l'évaluation subjective des performances en mathématiques en Suisse alémanique correspond très bien aux résultats objectifs d'EVAMAR II – ce qui laisse penser que les autres réponses sont elles aussi représentatives.

D'autres réflexions ont été présentées dans la 1^{re} partie de cette contribution, publiée dans le GH 05/14. De nombreux chiffres et des citations d'élèves figurent dans le rapport technique de MUPET. Ce dernier, ainsi que d'autres documents, peut être téléchargé sur www.math.ch/mupet.

Maturité académique et aptitude à entreprendre des études supérieures

L'article 5 du Règlement sur la reconnaissance des certificats de maturité s'inscrit dans une tradition humaniste: « Ces écoles (ndr: les écoles délivrant des certificats) dispensent une formation générale équilibrée et cohérente qui confère aux élèves la maturité requise pour entreprendre des études supérieures ». Le développement de la personnalité est une tâche aussi vaste qu'ardue. Le climat scolaire, dans l'établissement comme dans la classe, est important et les enseignant-e-s jouent un rôle décisif. Toutefois, selon MUPET (voir encadré), seuls 44% des bachelier-ère-s ont acquis une maturité suffisante pour être certain-e-s de suivre les études supérieures qui leur conviennent. Les hautes écoles, qui souhaitent des étudiant-e-s plus jeunes, doivent désormais gérer le revers de la médaille.

Restrictive, la notion d'aptitude aux études se limite à la capacité d'un-e étudiant-e à poursuivre avec succès des études supérieures. Elle fait donc référence, entre autres, à un talent d'organisation, à la résistance à la frustration et au stress et ainsi qu'à des capacités communicatives. A côté de ces qualités personnelles, d'autres aptitudes, liées à des disciplines gymnasiales, sont également indispensables: capacité à s'exprimer correctement dans sa langue première, solides connaissances en mathématiques, bonne compréhension de l'anglais et

maîtrise suffisante de cette langue parlée, aptitudes informatiques.

Privilège² des gymnases reconnus, le certificat de maturité atteste de cette aptitude générale aux études supérieures. Mais *de facto*, la transition gymnase – Université connaît depuis toujours certaines restrictions. Le Rapport 2014 sur l'éducation en Suisse (p.151) thématise ainsi le dilemme entre théorie et réalité. L'aptitude générale aux études supérieures pourrait ne pas être pleinement acquise, puisque certaines compétences sont différemment encouragées selon les options spécifiques. Les mathématiques étant particulièrement concernées, elles méritent qu'on s'y arrête.

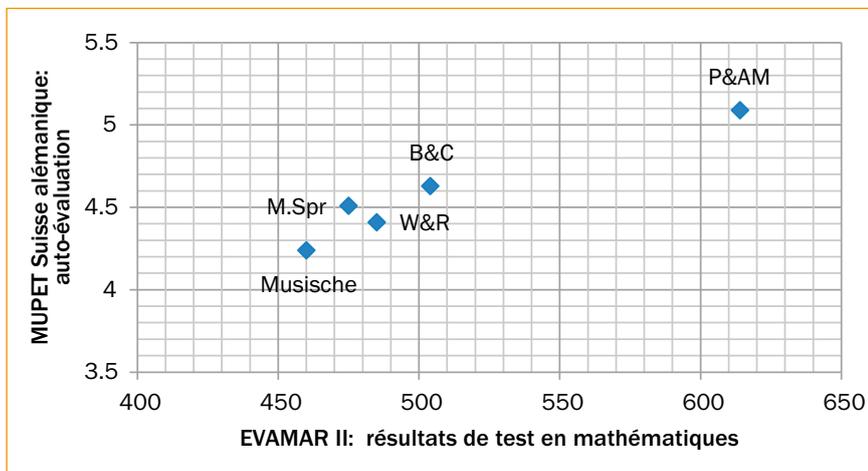
Assurer les compétences mathématiques

Le sous-projet³ de la CDIP entend par « compétences disciplinaires de base requises pour les études » les savoir-faire dont devraient disposer les bachelier-ère-s au début de leurs études supérieures. En pratique, ceux-ci sont très divers – comme l'a montré EVAMAR II. Le graphique 1 montre clairement que les performances en mathématiques des élèves de P&AM sont bien plus élevées que celles des élèves des autres options spécifiques, B&C compris.

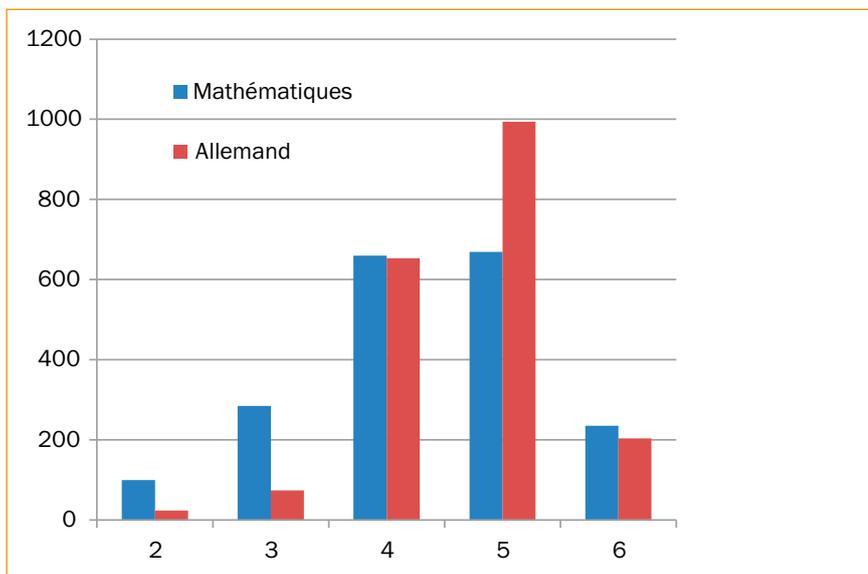
Que signifie « de base » lorsqu'il s'agit de mathématiques ? Suffit-il d'allonger le plan d'études cadre tout en renonçant aux « mesures généralisées » pour préserver l'accès sans examen à toutes les études supérieures ? Les compétences disciplinaires de base en mathématiques et en langue première ne devraient-elles pas déjà être acquises au moment de la rédaction du travail de maturité ? De telles questions doivent faire l'objet d'une large discussion. Il me semble judicieux de prévoir, à la fin de la 11^e année de scolarité, un « Basal-Check » centré sur les compétences de base, avec des tests de niveau taxonomique peu élevé, dans le cadre d'un processus « réussite / échec » sans possibilité de compensation. Ceci permettrait d'éviter la confusion avec des examens de maturité réputés exigeants.

Afin que le gymnase puisse assurer un certain niveau, de nombreuses compétences de base, notamment la maîtrise de l'orthographe et des calculs de pourcentage, devraient être acquises à la fin de la 9^e année scolaire. Dans la jungle de l'admission avec ou sans examen, les difficultés en mathématiques jouent

un rôle particulièrement important, comme le relève le Rapport sur l'éducation 2014 (pages 149/150). Dans le graphique 2, elles se traduisent par la dispersion beaucoup plus importante en mathématiques qu'en langue première, même si les élèves P&AM ne sont pas pris en compte ici. De telles difficultés devraient être abordées dans la phase que le système éducatif de la CDIP⁴ nomme « formation pré-gymnasiale ». A l'aide d'un diagnostic professionnel, des faiblesses en mathématiques, allant jusqu'à la dyscalculie, pourraient ainsi être repérées et traitées de manière différenciée. Un « check de gymnasialité » en langue première et en mathématiques devrait ensuite révéler si les aptitudes nécessaires pour des études gymnasiales ont été acquises.



Graphique 1 : 500 ou 600 points en mathématiques peuvent-ils être considérés comme une aptitude « de base » aux études supérieures ? L'auto-évaluation (4 = suffisant, 5 = bon) et les résultats de tests concordent et montrent que deux niveaux de performances existent au moment de la transition gymnase-université.



Graphique 2 : au début du gymnase déjà, les performances en mathématiques divergent largement de celles obtenues en langue première, même si le groupe P&AM, traditionnellement fort en mathématiques, n'est pas pris en compte ici (auto-évaluation MUPET, Suisse alémanique uniquement).

Bien évidemment, un coefficient plus important accordé aux notes en langue première et en mathématiques pendant toute la durée du gymnase soulignerait la signification « basale » de ces disciplines. Les apprenant-e-s n'en sont toutefois pas convaincu-e-s. Lors du sondage MUPET, la plupart des élèves – et notamment ceux-celles n'envisageant pas d'études MINT – ont négativement réagi à l'affirmation « En mathématiques, mes performances seraient (encore) meilleures si les mathématiques comptaient double dans le certificat de maturité ».

Les filières d'étude des branches MINT dites « dures » se caractérisent par leur niveau d'exigence élevé en mathématiques. Le graphique 1 montre clairement qu'en matière de compétences mathématiques, deux mondes coexistent au sein du gymnase RRM, et ce dès le début. Selon MUPET, la note moyenne en mathématiques est de 5.0 en P&AM, contre seulement env. 4.2, dans les autres options spécifiques. Le graphique 2 tient uniquement compte des apprenant-e-s suisses alémaniques « non P&AM ». Parmi eux-elles, trois groupes se distinguent : les « moyen-ne-s » avec une moyenne de 4.7, analogue à la moyenne obtenue en langue première, les « faibles » avec une moyenne de 3, et les « fort-e-s ». Les mesures présentées ci-dessus devraient faire disparaître les « faibles ». Quant aux élèves doué-e-s, ils-elles devraient être encouragé-e-s même s'ils-elles n'envisagent pas d'études en mathématiques ou en sciences naturelles. Ils-elles le souhaitent d'ailleurs.⁵

Comme en Suisse romande, il faudrait que les mathématiques soient enseignées à deux niveaux en Suisse alémanique aussi.

Comme en Suisse romande, il faudrait que les mathématiques soient enseignées à deux niveaux en Suisse alémanique aussi. La dépense administrative et financière pour mettre en place cette offre est comparable à celle nécessaire pour la maturité bilingue, et peut donc être supportée. Le fait que presque toutes les hautes écoles proposent actuellement des cours d'introduction en mathématiques témoigne de problèmes que les gymnases devraient résoudre eux-mêmes.

Mathématiques modernes

L'enseignement des mathématiques perpétue une tradition vieille de 4000 ans. La dernière innovation date des années 70, à l'époque où les « mathématiques modernes » ont fait leur entrée dans nos programmes. Une génération d'élèves plus tard, elles avaient passé aux

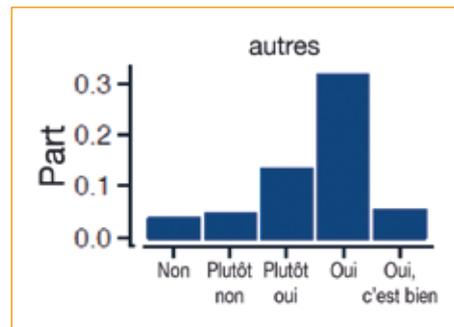
«Es ist spannend, gewisse Beweise zu verstehen und zu sehen, dass diese immer funktionieren.»
(Gymnasiastin, moderne Sprachen)

« J'aime cette façon de réfléchir. Pour moi, c'est devenu plus facile et logique qu'au cycle. »
(Gymnasiastin, alte Sprache)

«Il docente sviluppa la teoria in modo chiaro e preciso e ci è concesso interrompere in ogni momento in caso di dubbi.»
(Maturandin, B&C)

oublies: il n'en reste aujourd'hui que quelques vestiges, à savoir un peu plus de formalisme et un peu moins d'exercices d'application. Mais la calculatrice a remplacé le boulier et la table des logarithmes, et de nos jours, l'amélioration des performances de systèmes algébriques informatiques révolutionne la didactique. La plupart des enseignant-e-s comme plusieurs apprenant-e-s « non P&AM » s'estiment satisfait-e-s de la situation.

Etant donné leur motivation, ces élèves sont susceptibles d'avoir de bonnes notes. Mais comment améliorer les compétences mathématiques du grand groupe d'élèves plus faibles ? Les mathématiques ne sont pas uniquement importantes pour des études MINT, mais aussi pour d'autres domaines comme l'économie, les sciences sociales et la médecine. L'augmentation du temps d'enseignement et/ou un degré de motivation plus élevé permettent d'améliorer les performances. S'il est (trop) cher d'augmenter le temps d'enseignement, reste la motivation. Le graphique 3 donne une première impression de l'ambiance :



Graphique 3 : les « autres » bachelier-ère-s s'accordent à dire que « en mathématique, mon intérêt serait (encore) plus grand si je voyais plus clairement l'utilité de la matière. »

Le groupe des « autres » comprend les élèves qui ne suivent pas une option spécifique MINT et n'envisagent pas de poursuivre leurs études dans une discipline MINT, soit environ 50% de tou-te-s les élèves.

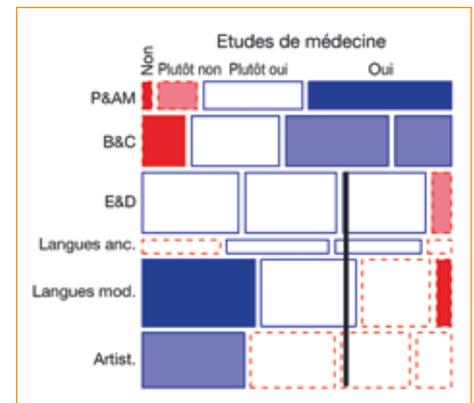
Même si le principe « one size fits all » ne peut s'appliquer ici, le message reste clair: aujourd'hui, l'enseignement des mathématiques en discipline fondamentale doit avoir plus de sens pour de nombreux-ses apprenant-e-s. De grands mathématiciens, Gauss par exemple, se sont occupés d'applications concrètes. L'école doit donc relever le défi suivant: préparer et proposer des applications réelles, de manière à ce que le problème comme la structure mathématique soient à la fois attrayants et adaptés à l'âge des élèves. Autrement dit, montrer à quoi sert la trigonométrie, expliquer comment l'Office fédéral de la statistique recueille ses données, ou démontrer à la lumière du théorème des quatre couleurs comment l'or-

dinateur modifie le travail du mathématicien d'aujourd'hui. Les enseignant-e-s font preuve de créativité, mais il n'existe en Suisse aucune promotion systématique de « best practice » analogue au projet allemand SINUS⁶. L'apprentissage des mathématiques présente de nombreuses analogies avec celui d'un instrument: les gammes et les études sont certes indispensables mais, de temps à autre, on souhaite tenter de jouer une sonate ou assister à un concert, même si cela ne compte pas dans la moyenne.

Au niveau de la structure, les requêtes sont plus concrètes: (1) Plus de perméabilité réciproque lors du passage secondaire I – gymnase et gymnase – degré tertiaire ! Dans l'intérêt des apprenant-e-s, les enseignant-e-s et les professeurs d'université doivent accepter d'abandonner une part de ce qu'ils considèrent comme leur chasse gardée. (2) Davantage de statistiques à tous les degrés ! Elles proposent d'intéressantes applications et sont testées presque partout dans les examens partiels. (3) Optimiser l'utilisation de l'ordinateur plutôt que de revenir au Moyen Âge en suivant l'exemple de l'Allemagne¹⁷ Les programmes CAS sur smartphone permettent de résoudre des exercices réels – et donc intéressants.

Propédeutique accéléré de physique

La transition gymnase-université ne se fait pas sans heurts. Le graphique suivant montre comment les apprenant-e-s de différentes options spécifiques évaluent leurs connaissances en physique dans l'optique de futures études de médecine. Plus de deux tiers des élèves ne suivant pas une option spécifique de sciences naturelles (70% des certificats de maturité) les estiment insuffisantes ! Le bleu (foncé) illustre un taux (beaucoup) plus élevé qu'attendu statistiquement.



Graphique 4 : en tant que discipline fondamentale, la physique ne prépare pas suffisamment à des études de médecine selon de nombreux élèves de classes de maturité. Dans les options spécifiques autres que les sciences naturelles, deux tiers des apprenant-e-s se situent à gauche de la ligne de séparation.

«Ich kann mir immer sehr schwer vorstellen, das im Unterricht Gelernte in meiner Zukunft als erwachsene Person je einmal wieder zu brauchen.»
(Gymnasiastin, moderne Sprachen)

« Nous faire comprendre l'utilité de cette branche, son histoire et son parcours. »
(Gymnasiast, bildnerisches Gestalten)

«Il professore dovrebbe portare più esempi di applicazione pratiche della matematica nel mondo reale.»
(Gymnasiastin, alte Sprache)



Illustration 5 : Mesure des compétences dans un gymnase. L'enseignant-e décide lui-elle-même du contenu, de la méthode de test et du niveau. Davantage de transparence serait souhaitable.

Les évaluations présentées dans le graphique 4 rendent plausible l'idée selon laquelle le test d'aptitude aux études de médecine pourrait être complété par une partie MINT¹. Les responsables de la formation et de l'éducation devraient être conscients du fait qu'en matière de connaissances en physique et en chimie, l'aptitude générale aux études supérieures n'est pas acquises par de nombreux-bachelières-s. En ce qui concerne les études d'ingénierie, la situation est encore pire. Ceci se répercute sur le manque de spécialistes que nous mentionnions dans la 1^{re} partie, car qui se lancerait dans des études dans une discipline qu'il-elle estime ne pas maîtriser ?

En disciplines fondamentales, les sciences naturelles doivent viser davantage la culture générale et moins les études académiques. Pour ces dernières, un cours MINT accéléré, sur le modèle de ce qui existe pour le rattrapage du latin, devrait être proposé afin de renforcer systématiquement et quantitativement les compétences nécessaires pour des études dans ces disciplines.

Que faire ? En physique et en chimie au secondaire II, les conditions sont en moyenne peu propices et le temps imparti à l'enseignement de ces branches en disciplines fondamentales est faible. Il s'avère donc nécessaire de procéder à une différenciation. La physique et la chimie en disciplines fondamentales doivent être orientées sur la majorité des élèves et donc, en comparaison avec la situation actuelle, viser davantage la culture générale et moins les études académiques. Les concepts du 20^e siècle, la relativité de la simultanéité et la nature quantique de la lumière et des électrons doivent être esquissés en physique de la même manière que la fin du colonialisme en histoire. Au gymnase, l'intérêt pour la physique pourrait ainsi se développer à l'instar de celui démontré pour

l'histoire, au lieu de tomber de 2.9 à 2.7, la valeur la plus basse toutes disciplines confondues.

L'élève ayant suivi une option spécifique Espagnol qui souhaite commencer des études de médecine ou MINT doit déjà avoir au gymnase la possibilité de se confronter systématiquement à la physique quantitative et à la chimie. Un cours MINT sous forme de cours propédeutique accéléré de physique et de chimie sur le modèle de ce qui existe déjà pour le rattrapage du latin, pourrait aider. Il semble que l'offre de physique en option complémentaire ne suffise pas, 3% d'élèves seulement la choisissant.

Entre standards et auto-responsabilité

Les mauvaises expériences faites par nos voisins allemands⁸ et autrichiens avec les standards et la maturité centralisée devraient nous servir. Des « checks » globaux complètent mais ne remplacent pas l'attitude des acteurs, car la qualité doit être définie et assurée de manière conjointe. Il suffirait en Suisse de peu d'efforts pour améliorer la situation et rendre plus transparentes les exigences de performance à la fin du gymnase. Une mesure pourrait consister en la publication sur Internet des exercices de maturité accompagnés des critères d'évaluation et la moyenne des notes obtenues. Ce principe fait appel à la responsabilité des groupes de disciplines, réduit l'arbitraire et augmente la qualité de la moyenne.

Les différents gymnases sont responsables de la qualité de leurs bacheliers-ères-s. Les résultats des « Reality-Checks » des examens partiels après la première année d'études supérieures sont utiles pour le développement des écoles de notre pays. Les taux de réussite constituent une bonne mesure (même incomplète) de la qualité, et devraient être régulièrement et confidentiellement (éviter l'erreur commise par l'EPFZ en 2008 !) transmises aux gymnases. C'est uniquement si les gymnases et leurs enseignant-e-s continuent de brandir haut la bannière d'exigences de performance élevées au gymnase que l'accès sans examen aux études supérieures sera assuré aux titulaires de maturité. Dans le même temps, il est essentiel de formuler des objectifs et des contenus auxquels les apprenant-e-s puissent s'identifier et qui contribuent à la transmission d'une culture générale approfondie – autrement dit à l'artisanat pédagogique quotidien. Nous y consacrerons la 3^e partie de notre analyse.

¹ L'idée de compléter le test d'aptitude aux études de médecine par une partie MINT a heureusement été refusée par la CUS (Rapport annuel SUK/CUS 2011).

² En 2011, la Confédération et les cantons se sont accordés sur des objectifs communs en matière de politique de l'éducation et les ont formulés: « garantir à long terme un accès sans examen aux hautes écoles universitaires pour les titulaires d'une maturité gymnasiale ». edudoc.ch/record/96059/files/erklarung_30052011_f.pdf

³ La CDIP avait décidé de fixer d'ici 2014 des « compétences disciplinaires de base requises pour les études » au gymnase: edudoc.ch/record/102074/files/PB_Maturitaet_F.pdf Dans le GH 04-2012 (pp. 13-19), Franz Eberle a présenté en détail le sous-projet qu'il dirige: www.vsg-sspes.ch/fileadmin/files/GH/GH_04_2012.pdf

⁴ La CDIP présente une version simplifiée du « système » éducatif, sans gymnase long et comportant une lacune entre le secondaire I et le secondaire II : www.edk.ch/dyn/15422.php

⁵ Une élève P&AM de classe de maturité, issue d'un canton connaissant où les mathématiques sont enseignées en discipline fondamentale au même niveau pour tous les élèves, écrit: «Indem der Unterricht in **verschieden starken Leistungskursen** abgehalten werden würde. Seit 2 Jahren bestimmen bei uns immer die Langsamsten das Thema. Ich passe dann jeweils gar nicht mehr auf und verliere das Interesse an der Materie.»

⁶ **SINUS**: www.sinus-bayern.de/ ou www.schulentwicklung.nrw.de/sinus/, etc.

⁷ La société d'encouragement MNU a publié un rapport sur **l'utilisation des appareils numériques** dans l'enseignement de mathématiques: www.mnu.de/images/Dokumente/rubberdoc/gdm-mnu-stellungnahmekmk2010.pdf L'utilisation des calculateurs CAS est à nouveau interdite au Bade-Wurtemberg: MNU 67/7, p. 439.

⁸ Concernant la **qualité de la maturité allemande**, voir l'interview du président des recteurs de gymnase allemands: www.nzz.ch/wissenschaft/bildung/das-abitur-ist-keine-hochschulreife-mehr-1.18416950