

Une initiative MINT pour le gymnase

3^e partie: une culture générale MINT approfondie



Enseignant de physique et de mathématiques, didacticien pour la physique et représentant de la SSPMP, Hans Peter Dreyer a contribué voilà 25 ans à l'élaboration des plans d'études cadres pour les gymnases. Il espérait alors qu'ils conduiraient, à côté de la révision structurelle du RRM prévue, à une «réforme interne» du quotidien scolaire et à plus de culture générale. Il a donné des cours sur l'enseignement transdisciplinaire et en immersion, ainsi que sur la confrontation avec la philosophie et la technique. Il est aujourd'hui encore convaincu de l'importance de la culture générale transmise au sein du gymnase, même si, à l'occasion, il relève des défis bien éloignés de la politique gymnasiale.

« Culture générale » – la notion est employée ici pour définir les idéaux du RRM 95. L'« ouverture d'esprit » et la « capacité de jugement autonome » peuvent et doivent également être visées dans les branches MINT. Ceci implique de meilleures conditions-cadres et une nouvelle didactique de branche: des objectifs de formation réalistes et des plans d'études suffisamment flexibles, mais également des manuels attrayants permettant un apprentissage individualisé. L'initiative MINT demandée ne peut se contenter de vouloir combler le manque de spécialistes et d'améliorer l'aptitude aux études supérieures, car le gymnase risquerait à moyen terme de perdre deux de ses avantages: l'accès privilégié aux hautes écoles et la chance de transmettre à ses élèves une culture générale de qualité.

Un-e enseignant-e, mais jamais un-e éducateur-trice

Celui qui se voue aux sciences naturelles peut être un enseignant, mais il ne sera jamais un éducateur au même titre qu'un représentant des belles lettres, écrit Thomas Mann dans son «Docteur Faustus». Soixante-dix ans plus tard, le snobisme de Serenus Zeitblom est encore perceptible dans le paysage gymnasial suisse. Evidemment, il semble difficile d'ouvrir les esprits aux sciences naturelles et à la technique.

Bien avant que l'on ne parle de sortie du nucléaire et que le plan d'études cadre¹ ne soit devenu un document officiel, une classe m'avait prié, en fin d'année, de parler des centrales atomiques. J'avais donc adapté au niveau des élèves les notions de « réaction en chaîne », de « rejet thermique » et de « déchets radioactifs », avant de tomber sur des concepts techniques tels la « disponibilité » et le « risque résiduel ». La limite perméable entre l'utilisation pacifique et l'usage militaire de la physique nucléaire illustre parfaitement l'ambivalence de la physique en tant que science naturelle. Dans l'Antiquité, Archimède en avait fait l'expérience. Pour Albert Einstein, pacifiste convaincu en 1914 à Berlin mais fervent défenseur de la recherche nucléaire en 1939 à Princeton, elle fut synonyme de tragédie personnelle. Alors que, naïvement, j'expliquais dans le cadre d'un cours CPS ce que j'enseignais pendant mes cours, un éminent professeur de physique me remit à ma place: « Chez moi, il n'y a que de la physique propre ! ».

Bien évidemment, il n'existe pas d'un côté une physique « propre » et de l'autre une physique « de culture générale ». Mais il existe deux idéaux pour l'enseignement des sciences naturelles: celui-ci peut se vouloir quantifiant, purifiant et scientifique, ou alors s'orienter en priorité sur les apprenant-e-s, en insistant sur les concepts et en intégrant l'environnement, et donc également la technique. Pourquoi la cinématique galiléenne était-elle jugée crimi-

Réponses libres dans MUPET

Au total, 8000 apprenant-e-s issu-e-s de gymnases de 22 cantons et de toutes les régions linguistiques de Suisse ont participé aux sondages menés dans le cadre du projet MUPET, axés sur les mathématiques et la physique. Environ un tiers d'entre eux-elles se sont exprimé-e-s librement au sujet de ces deux disciplines et du gymnase en général. Quelques citations illustrent le sérieux avec lequel de nombreux-ses élèves ont répondu aux questions posées:

«Zu eurer Umfrage: Ich frage mich stark, wie Sie das auswerten wollen.» (un élève de maturité, P&AM)

« Je vous remercie d'avoir initié ce sondage. » (une élève de maturité, langues modernes)

«Sondaggio molto interessante che mi ha permesso di riflettere su degli aspetti della mia personalità e del mio futuro a cui spesso non presto molto tempo.» (une élève de gymnase, P&AM)

Des informations détaillées ont été publiées dans les précédents numéros du GH (GH05/2014 et GH01/2015) et sont disponibles sur www.math.ch/mupet. Les mesures envisageables sont par ailleurs présentées de manière systématique sur ce site.

Je remercie le Prof. N. Hungerbühler de l'ETHZ et M. Gauer, Recteur de la KS Wattwil, de leur infaillible soutien. Mes remerciements également à M^{me} C. Heinze, ETHZ, pour son aide précieuse lors des évaluations, ainsi que toutes les autres personnes qui, par leurs traductions, discussions, etc., ont contribué au résultat final.



Illustration 1: Une équipe du groupe de recherche ACADEMIA de la KS Wattwil produit et analyse de petits tremblements de terre. Géophysique utile ou fracturation hydraulique néfaste? – Quoi qu’il en soit, une forme réussie de promotion MINT!

nelle ? Pourquoi la théorie des couleurs de Goethe était-elle considérée comme réactionnaire ? Pourquoi Lise Meitner n’a-t-elle pas reçu le Prix Nobel ? – Au gymnase, celui qui plaide (à bon droit) pour une ouverture d’esprit en matière de sciences naturelles également doit se défaire des traditions² et autoriser, dans une mesure raisonnable, certaines digressions intellectuelles, en faire l’objet d’examens et les noter. Le temps consacré à une telle « science literacy » peut sembler perdu, il est toutefois plus que compensé par la motivation qui en résulte. On notera cependant que ce défi est plus difficile à relever en physique et en chimie qu’en biologie et en géographie, les deux pôles étant de fait bien éloignés.

Motiver par les mathématiques

Depuis l’Antiquité, les mathématiques figurent au canon des disciplines et, lors de leur entrée au gymnase, les élèves ont déjà bénéficié

L’enseignement des mathématiques permet à l’élève d’acquérir un outil intellectuel sans lequel, malgré des dons d’intuition ou d’invention, il ne progresserait pas dans la connaissance scientifique au-delà de certains seuils.

Cet outil, comme science de la quantité, du modèle et de la structure déductive est particulièrement adapté au traitement des concepts abstraits de toutes sortes que l’on trouve dans les sciences exactes ou expérimentales et dans certaines sciences humaines et sociales.

Illustration 2: Extrait du plan d’études cadre de 1994 – encore en vigueur – pour la discipline fondamentale Mathématiques, p. 97. (NdT: le texte français du PEC diffère fortement du texte allemand).

d’au moins 1000 leçons. De manière générale, l’intérêt est grand et les différences entre les genres sont peu marquées. Pourtant, dans l’espace germanophone en tout cas, il est de bon ton d’insister sur ses faiblesses en mathématiques. Je l’ai constaté chez des animatrices de radio culturelle comme chez des directeurs cantonaux de l’instruction publique. « Les mathématiques au-delà de la culture »³ : que peut faire le gymnase pour contrer ce phénomène ? (Il est probablement impossible de combattre les stéréotypes publiés dans la presse...). MUPET met en lumière les réflexions de plusieurs apprenant-e-s :

«Der Zeitdruck im Mathematik- und Physikunterricht an Gymnasien ist definitiv viel zu hoch.» (une élève de maturité, E&D)

« On devrait faire, en parallèle avec les cours de mathématiques normaux, des cours d’histoire des mathématiques où l’on nous présenterait de grands mathématiciens et ce qu’ils ont fait. » (une élève de gymnase, langues anciennes)

«Cercherei di dare esempi sia teorici sia pratici per ogni argomento.» (un élève de gymnase, P&AM)

Celui qui souhaite dépasser le cadre des mathématiques scolaires doit se demander si, lors de l’apprentissage de cette langue étrangère que sont les mathématiques, une nouvelle ou un roman pourrait trouver place dans l’enseignement à côté de l’acquisition du vocabulaire et de la maîtrise de la syntaxe. Un roman ? Pourquoi ne pas apprendre à connaître Bertrand Russell⁴ et sa personnalité haute en couleur ? Ceci permettrait certainement de réfuter certains préjugés largement répandus, comme « depuis des siècles, les mathématiques n’ont pas changé », « les mathématiques ne connaissent aucune contradiction » ou « les mathématiciens sont les maîtres de l’ennui ». Ecrire soi-même une nouvelle ? Peut-être sur les nombres premiers, les symétries, le jeu du moulin ou l’une des nombreuses applications des mathématiques dans la science, l’économie ou la technique. C’est ce qu’encourage, comme on le sait (?) le plan d’études cadre en vigueur (illustration 2).

Naturellement, la compétence statistique des érudits doit être suffisante pour leur permettre de juger la valeur des résultats d’un sondage. Ils ne peuvent en effet se laisser aveugler par des moyennes, par exemple de revenu, mais doivent s’interroger sur l’échantillonnage et les écarts. Mais s’agit-il toujours seulement d’une utilité immédiate ? De nombreux apprenant-e-s ne sont-ils-elles pas disposé-e-s à comprendre les mathématiques dans un cadre plus large ? En ce qui concerne les mathématiques au niveau I (cf. 2^e partie), il s’avère essentiel de les orienter moins sur le futur pharmacien que sur la future ensei-



Illustration 3: Lors de compétitions de construction, filles et garçons sont incités à résoudre concrètement des problèmes, ce qui les amène à effectuer des tâches techniques. Les enseignant-e-s ne sont qu'à l'arrière-plan.

gnante de classe primaire. En effet, les expériences faites par cette dernière au gymnase détermineront son attitude face aux mathématiques et sa manière d'enseigner le calcul influencera à son tour quelques générations d'élèves. Ceci est également valable – mutatis mutandis évidemment – pour les hautes écoles.

«Un meilleur maître»

Avant son entrée à l'office des brevets, Albert Einstein avait enseigné avec enthousiasme les mathématiques et la physique. Mais c'est en se référant à ses cours de violon qu'il a écrit : « Je crois que l'amour est un meilleur maître que le sens du devoir. »⁵ L'intérêt est plus efficace que la pression, la motivation primaire meilleure que la secondaire, et l'ouverture d'esprit n'est autre qu'une disposition à apprendre. Le lien entre l'intérêt porté à une discipline et les performances a souvent été étudié. Le sondage MUPET effectué dans les classes de maturité a révélé une corrélation de 0,6 entre intérêt et performances (seul le rapport entre performances et confiance en soi fait mieux, avec une corrélation de 0,67). Si l'enseignant-e parvient à éveiller chez ses élèves un véritable intérêt personnel pour les branches MINT, le stress de ces dernier-ère-s diminue, le climat de la classe s'en trouve amélioré et l'apprentissage favorisé.

Enseignant-e-s et manuels

« Nous avons simplement besoin de meilleur-e-s enseignant-e-s » – telle est souvent la conclusion des discussions sur les problèmes scolaires. John Hattie⁶ a présenté les différents rôles assumés par un-e enseignant-e. Pour les apprenant-e-s, c'est toutefois la personnalité du professeur qui s'avère décisive, comme en témoignent les déclarations suivantes :

«Ich denke beim Lernen ist das Verhältnis von Schülern und Lehrern sehr wichtig! Erst wenn dieses gut funktioniert, entsteht ein gutes Klima und nur das ermöglicht ein gutes Lernen.» (une élève de maturité, arts visuels)

« Tout dépend du professeur qui enseigne la matière ! ! » (un élève de maturité, langues modernes)

«Il problema non sono le materie e i loro argomenti, ma i DOCENTI!!» (une élève de gymnase, E&D)

En mathématiques, le rôle de l'enseignant-e est particulièrement important. Aucune expérience comme en sciences naturelles, aucune poésie comme en français, aucun exposé type comme en économie ne peuvent contribuer à la transmission des contenus et à la stimulation des processus d'apprentissage. Pour les enseignant-e-s, le succès n'est pas toujours au rendez-vous. Les jugements des élèves à leur sujet vont ainsi de « très bon » à « inutilisable ».

Dans le meilleur des cas, la direction pourrait « cambiare dirattamente maestra » (un élève de gymnase, B&C) et identifier dans la grosse pile de dossiers de candidatures qualifiées celui ou celle qui, lors d'une leçon d'essai, convaincrat par ses capacités humaines⁷, méthodiques et organisationnelles. Une politique d'embauche dans laquelle 80% correspondent effectivement à 100% entrave toutefois cette quête d'idéal.

« Ce que j'apprécie chez notre enseignant – le sixième en 4 ans –, c'est... », écrit une élève de maturité (langues modernes). L'incise illustre le manque de spécialistes MINT, confirmé par les directions d'établissement mais qui n'apparaît dans aucune statistique⁸ car souvent comblé par des étudiant-e-s, ou des personnes extérieures à la discipline ou de langue étrangère. Ce manque et la nécessité d'une « importation » s'expliquent aisément: la profession d'enseignant-e devient plus difficile, la charge psychique de la gestion de classe augmentant; la carrière d'enseignant-e de gymnase perd de son attrait en raison des mesures d'économie mises en place par les cantons; et les spécialistes MINT se voient offrir de nombreuses perspectives à l'extérieur des écoles.

Un-e enseignant-e de gymnase est un-e spécialiste, lorsqu'il-elle supervise un travail de maturité. Mais il-elle est aussi soucieuse et capable d'enseigner sa discipline de manière générale, ce qui le-la différencie des professeurs des hautes écoles. L'image de la profession et son identité doivent être renforcées et développées dans les centres de didactique de branche pour les gymnases, en tenant également compte du fait que le métier se féminise de plus en plus. Des comparaisons avec la situation en médecine s'avèrent utiles.

Manuels et méthodes	prat. jamais	rarement	souvent	presque toujours
L'enseignant-e développe la théorie	3%	9%	32%	55%
Utilisation d'un manuel théorique	45%	23%	18%	14%
Script de l'enseignant-e	20%	20%	26%	34%

Illustration 4: Des élèves de maturité expriment leur opinion sur l'enseignement des mathématiques.

Même les bon-ne-s enseignant-e-s ont besoin de meilleures conditions-cadres pour que leur enseignement soit couronné de succès et que la culture générale prenne une place plus importante dans les branches MINT. Les modifications de plans d'études sont peu efficaces. Comme le dit le responsable bavarois⁹, « les manuels scolaires jouent un rôle fondamental dans la mise en œuvre de processus d'innovation. » A l'exception de la biographie de l'enseignant-e, rien n'influence autant le quotidien scolaire que les manuels. Mais en Suisse, leur rôle est négligé. Dans de nombreuses disciplines, KLETT fait, en Suisse alémanique surtout, figure de maître; dans les cours de langues étrangères, l'influence de l'industrie de certification est bien visible, et en mathématiques comme en physique, les produits des commissions de la SSPMP reflètent le manque de ressources dont elles disposent. L'individualisme et la photocopieuse l'emportent sur les manuels, comme le montre l'illustration 4.

En conséquence, des scripts différents, souvent de faible qualité, sont continuellement produits sur les mêmes sujets, au prix de gros efforts. Les avis des élèves à ce sujet sont éloquentes:

«Die Theorie ist eine Katastrophe und ich habe auch noch keine klar strukturierten und simplen Lehrmittel gefunden, die das bieten können (z.B. Analysis).» (un élève de maturité, E&D)

« Pour améliorer l'enseignement des mathématiques, je propose un livre de théorie en complément avec des exercices supplémentaires [...] Un site internet au niveau fédéral ou cantonal [...] est aussi une bonne chose à mettre en place. » (une élève de gymnase, E&D)

«Un libro di testo con esercizi integrati così da avere il materiale in modo ordinato e facile da ripassare.» (une élève de maturité, B&C)

Le meilleur des scripts individuels ne peut remplacer une équipe de rédaction, incluant correcteurs et graphistes, qui analyse de ma-

nière critique la didactique et évalue les essais! Au niveau universitaire, pour des raisons de coût, les MOOCs (massive open online courses) se répandent rapidement. Le gymnase a besoin de quelque chose d'autre, peut-être du MMOOC, un cours modulaire type offline/online, ouvert aux « best practices ». L'accent est mis sur un « cours » : il s'agit donc d'une présentation cohérente des mathématiques enseignées au gymnase dans le cadre de la discipline fondamentale de niveau I. Les apprenant-e-s peuvent s'en servir aussi pour approfondir leurs connaissances, s'exercer, etc. Les enseignant-e-s expérimenté-e-s se contenteraient probablement de n'en utiliser que quelques extraits, mais ce système pourrait intégrer une multitude de trésors didactiques qui dorment dans les tiroirs des enseignant-e-s. Ce qui manque actuellement, c'est un noyau de cristallisation et un pendant suisse à la Fondation Deutsche Telekom¹⁰ pour le financement d'un tel projet, dont le coût est estimé à quelques millions. En comparaison avec les quelque deux milliards dépensés chaque année pour le gymnase, c'est peu.

Le gymnase: monument historique ou chantier?

La façade des MINT au gymnase se lézarde, alors que le domaine artistique respandit et que le bâtiment des langues s'agrandit. Vision pessimiste? Les fissures posent cependant la question de l'avenir du gymnase :

- qu'en sera-t-il du privilège de l'accès sans examen aux hautes écoles ?
- la formation gymnasiale restera-t-elle « générale » et adaptée à l'air du temps ?
- Au pays de l'apprentissage professionnel¹¹, le gymnase est-il ouvert à toutes les couches sociales et est-il adéquatement financé ?

L'analyse que j'ai proposée contient de nombreuses suggestions de mesures modérées et les justifie. Des questions de base, notamment le rapport avec les écoles de culture générale dans les domaines de la pédagogie et des arts, restent ouvertes. Mais le bilan est éloquent: une rénovation partielle du gymnase est à l'ordre du jour. Les cantons, la Confédération, les gymnases et les hautes écoles, les directions d'établissement et les enseignant-e-s, l'administration et l'économie doivent accorder à la problématique MINT la même importance qu'à la question des langues, planifier une initiative MINT globale pour le gymnase et mettre en place de manière partenariale les mesures qui s'imposent.

¹ Le plan d'études cadre a été formulé à partir de 1989 par des enseignant-e-s pendant leur temps libre. Doté plus tard d'une «superstructure», il a été intégré aux bases légales. <http://edudoc.ch/record/17477/files/D30b.pdf>

² La tradition a rarement été décrite de manière aussi révélatrice que dans la préface de l'ouvrage «Physikalischen Aufgaben» de Budde-Johannesson: «Cet ouvrage n'est consacré qu'à la physique scolaire mathématique et ne prétend pas servir la compréhension des phénomènes réels.» (Braunschweig 1918, Viehweg, p. IV).

³ Hans Magnus Enzensberger, Zugbrücke ausser Betrieb oder Die Mathematik im Jenseits der Kultur, Francfort 2002, Suhrkamp (p. 12): «Un consensus général s'est établi. Quoique discret, il influence fortement l'attitude face aux mathématiques». La raison? Pour Enzensberger, notre socialisation intellectuelle, autrement dit l'école.

⁴ Pour une biographie succincte de l'illustre comte, voir fr.wikipedia.org/wiki/Bertrand_Russell Pour l'explication de son paradoxe du barbier, voir fr.wikipedia.org/wiki/paradoxe_du_barbier

⁵ Albrecht Fölsing, Albert Einstein, Francfort 1993, Suhrkamp, p. 39.

⁶ John Hattie, Lernen sichtbar machen, Baltmannsweiler 2014, Schneider.

⁷ Les capacités académiques et pratiques des futur-e-s enseignant-e-s sont évaluées par les hautes écoles, contrairement aux qualités humaines. Sur www.ethz.ch/de/studium/didaktische-ausbildung.html, un test permet de répondre à la question «Suis-je fait-e pour la profession d'enseignant-e?».

⁸ Récolter des données sur ce sujet serait l'une des tâches importantes qui pourrait être confiée à la CESFG. L'essai de l'EPFL/HEP Lausanne consistant à proposer une «mini» formation d'enseignant-e de mathématiques confirme semi-officiellement le problème.

⁹ Josef Erhard, Erwartungen an Schulbücher im Kontext von Bildungsreformen, Munich 2010, Ministère de l'enseignement et de la culture.

¹⁰ www.telekom-stiftung.de

¹¹ Das Gymnasium im Land der Berufslehre, Zum 150 Jahre Jubiläum der Kantonsschule, Hrsg. Andreas Pfister, Zoug 2011.