

Cher Monsieur Rieder,

Nous nous permettons de vous écrire suite aux propos que nous avons échangés lors de la séance CPG du 17 avril, surtout en fin de séance. Nous voudrions partager avec vous des réflexions qui ont résulté d'échanges avec nos collègues enseignants (pas uniquement en physique), mais aussi avec de nombreux élèves ainsi que des collègues de la faculté des Sciences et/ou de la Commission de l'Égalité de l'Unige. Lors de la dernière CPG, ces réflexions ne sont ressorties que de manière très limitée à cause des contraintes de temps. C'est pourquoi nous voudrions développer ces réflexions dans le cadre plus complet de la présente lettre.

Cette lettre veut, entre autres, souligner des faiblesses structurelles de l'enseignement des sciences et en particulier de la physique dans le canton de Genève, faiblesses qui pénalisent de manière réelle les collégiens qui se destinent à une carrière scientifique mais ne choisiraient pas l'OS PAM : c'est-à-dire la majorité des collégiens.

Choix de l'OS en première année

Comme nous en avons déjà discuté lors de la dernière CPG, un élève de première année sait en général si son profil est scientifique ou non, mais il n'a ni la maturité, ni les moyens requis pour savoir si ce qui lui conviendra le mieux, ce seront des études universitaires en physique, en médecine ou encore en biologie (par exemple).

En effet, au moment du choix de leur OS, les élèves n'ont encore jamais suivi de cours de physique et d'application des mathématiques. Le choix de leur OS se fait donc avant qu'ils aient suivi des cours de physique au niveau du collège et, ceux qui le peuvent, se réfèrent plutôt à leur expérience au CO. Au cycle, la physique consiste surtout en des observations, à cause du manque de bases mathématiques. Et, ce n'est que lors du second semestre de la première année (1^{er} semestre de physique) qu'ils peuvent réaliser que la physique enseignée au collège est très différente de celle enseignée au cycle, car la modélisation mathématique prend ici toute son importance.

La physique nécessite de cumuler des connaissances de mathématiques et de modélisation pour pouvoir être appréciée (ce qui n'est absolument pas le cas pour des branches comme la biologie par exemple) et ce n'est qu'à partir du milieu de la 2^{ème} année que les élèves commencent à disposer de ces compétences.

De ce point de vue, la physique est comparable au ski : on a difficilement du plaisir la première fois car cela demande un peu d'appropriation. Mais, si l'on persévère, cela peut être très bien, le ski ! On peut bien sûr ne pas aimer le ski, mais il serait dommage de se décourager uniquement parce que sa pratique est « pénible » les premiers temps et qu'il faut d'abord en apprendre les rudiments.

Le choix de l'OS survient donc décidément trop tôt, que ce soit en première année ou à l'entrée du collège, ce qui pénalise irrémédiablement la physique : c'est comme si l'on demandait à quelqu'un qui n'a jamais fait du ski s'il veut devenir guide de montagne ou faire de la peau de phoque. On a toujours des appréhensions à s'engager dans des domaines que l'on ne connaît pas.

Effets observés du genre

Bien sûr, il y a ceux qui s'en sortent quand même, mais ce système décourage les élèves les plus prudents ou ceux qui ont le moins de confiance en eux, y compris de très bons élèves, surtout des filles, plus réfléchies. Cela explique le biais du rapport de genre observé.

En effet, nous nous devons d'attirer votre attention sur les données de rapport genre (filles/garçons) des universités suisses : en partant de 1,4 filles pour un garçon à la maturité, le rapport chute à (cf. diapo Swissuniversities en annexe)

- 0,60 à l'Uni en sciences (sur toute la Suisse),
- 1,3 en biologie et
- 0,32 en physique à Genève.

Or, si l'on considère le même rapport filles/garçons chez les élèves inscrits dans l'ensemble des collèges genevois en 2017¹, on trouve qu'en partant d'un rapport filles/garçons de 1,34 sur la totalité des collégiens, on descend à 1,16 pour l'OS biologie-chimie et on « touche le fond » avec à peine 0,29 filles pour un garçon pour l'OS physique et applications des mathématiques. Ces données sont très préoccupantes car elles montrent que le déséquilibre de genre se crée déjà en première année du collège, au moment du choix de l'OS.

Nous estimons que le choix de l'OS biologie-chimie de la part des profils plus scientifiques se fait « par défaut » à la sortie du CO et nous les comprenons (à leur âge, certaines/s d'entre nous auraient probablement fait le même choix et ils n'auraient pas eu le « courage » de faire de la physique par la suite), car ils n'ont jusqu'alors jamais eu l'occasion d'appliquer les mathématiques à la pratique de la physique. En choisissant une discipline connue, et par conséquent plus rassurante, ils croient « se garder les portes ouvertes » pour d'éventuelles futures études scientifiques et ne se rendent pas compte que malgré tous leurs efforts, ce choix creuse l'écart avec le niveau requis (et en fait leur ferme des portes). L'absence d'information à la sortie du CO à propos de ces enjeux n'aide guère.

La physique n'est pas une science du passé, elle est un des piliers primordiaux de la société de demain

Lors de la dernière CPG, nous avons été très étonnés par l'affirmation que vous nous avez relayée, attribuée à un physicien de votre connaissance converti à l'informatique, qui relativisait l'utilité de la physique aujourd'hui, face à l'informatique. Nous pensons que cette affirmation est non seulement totalement infondée, mais également dangereuse pour l'influence qu'elle peut avoir sur des personnes qui ne connaissent ni la physique ni l'informatique, et qui doivent prendre des décisions importantes. Nous avons été surpris que de tels propos puissent avoir été exprimés dans ce cadre, à quelques kilomètres du CERN.

Certes, on ne cesse de s'émerveiller des prouesses de l'informatique que l'on identifie à des objets comme, par exemple, les smartphones. Mais la révolution de ces concentrés de technologie est largement autant physique qu'informatique : le prix Nobel 2007 a été attribué pour la découverte de

¹ <https://www.ge.ch/recherche-education/statistiques/annuaire.asp#B>

mécanismes permettant des mémoires miniatures. Tout le monde aurait-il un téléphone s'il pesait 2kg et que sa mémoire était de quelques Mo (Méga octet)? Pour atteindre la puissance nécessaire à ce que votre téléphone ne ressemble pas à votre premier ordinateur, les ingénieurs doivent tenir compte de la mécanique quantique tant les dimensions auxquelles ils travaillent sont petites. Le GPS de votre téléphone se décalerait de 50 mètres par heure s'il ne prenait pas en compte les équations de la relativité générale. Et le « haut-débit » internet dépend de la technologie de la fibre optique.

Au-delà de ces exemples, la très grande majorité des technologies de pointe de notre société provient des applications de la recherche en physique fondamentale (électronique analogique et digitale, production et distribution d'énergie, ordinateurs et réseaux, GPS, lasers, satellites, ...). Et, les technologies de pointe issues des autres sciences comme la chimie et la biologie, sont toutes tributaires de techniques de caractérisation physiques (IRM, spectrométrie, diffraction X, ...).

Sans physique et sans physiciens, notre société ne fonctionnerait tout simplement pas et ne pourrait pas faire face aux gigantesques défis, notamment énergétiques, des prochaines décennies. On ne fait pas de la physique juste pour « se compliquer la vie ».

La physique joue un rôle central dans l'enseignement *propédeutique scientifique*²

Contrairement à des formations plus techniques ou plus courtes, la physique conduit à des compétences de base transversales fondamentales, développées sur le long terme, comme l'analyse rigoureuse, le raisonnement structuré, la capacité de modélisation et la résolution des problèmes complexes. Elle permet d'étudier le monde avec résilience, de s'interroger sur les raisons fondamentales d'un phénomène, de voir également la simplicité cachée derrière l'apparente complexité. C'est pourquoi des physiciens sont systématiquement embauchés par les entreprises privées dans des nombreux domaines (finance, informatique, capital-risque, ...).

Il est donc difficile de comprendre comment on peut sérieusement aujourd'hui parler de la physique comme d'une discipline du passé. Apprendre à décrire la réalité par des modèles est le rôle de l'enseignant de la physique. Cette branche permet de décrire l'Univers, de l'infiniment grand à l'infiniment petit, son universalité fascine. La physique est considérée comme la base de toutes les sciences : c'est pour cela que des cours de physique générale sont dispensés dans toutes les facultés scientifiques (y compris en informatique) et dans les deux écoles polytechniques fédérales.

Sur l'introduction de l'informatique au Collège

L'informatique, bien qu'omniprésente et importante, reste un *outil*, qui doit s'appliquer à des modèles, des concepts. Avoir des connaissances en informatique, sans connaître les concepts et les modèles sur lesquels elle s'appuie, revient à disposer de compétences creuses, qui ne permettent aux apprenants de n'être que des exécutants sans recul.

² Voir le rapport final de la 3^{ème} conférence sur la transition gymnase - université (p. 28f du pdf en annexe).

Par ailleurs, nous avons des gros doutes sur le fait que « tout le monde est d'accord sur l'introduction de 4 heures d'informatique dans la nouvelle grille » : nous estimons qu'il ne sera possible de se prononcer sur ce fait qu'une fois que l'on connaîtra les contenus qui seront enseignés. Introduire des heures d'enseignement de l'*outil* informatique seul, en sacrifiant des heures de vrais *contenus* de n'importe quelle autre branche (mais surtout des sciences qui sont déjà actuellement sous représentées dans la grille) serait nuisible à la qualité de la formation. Il serait nettement préférable d'introduire ces outils de manière transversale dans les cours de disciplines déjà existantes, quitte à en augmenter le nombre d'heures.

À ce propos, bien que la disparition du cours d'IDS dans la nouvelle grille horaire semble probable, les *outils* de la démarche scientifique restent la base de tout apprentissage des sciences, même pendant un seul semestre : l'intégration de ces outils de manière transversale ne devrait donc pas être limitée aux cours des OS sciences, mais plutôt aux cours DF de sciences.

La formation gymnasiale genevoise est préjudiciable pour les collégiens PYDF qui se destinent aux sciences, et cela à cause d'un plan d'étude qui refuse de voir que la physique ne peut s'enseigner indépendamment des mathématiques.

Comme nous l'avons déjà mentionné, les institutions universitaires imposent dans toutes les filières scientifiques de l'Université (médecine, chimie, biologie, et évidemment physique et mathématiques) au moins une année de physique à leurs étudiants. En médecine c'est une des disciplines qui cause le plus d'échecs.

Une statistique est parlante : les élèves qui ont suivi l'OS chimie-biologie et qui s'engagent logiquement dans la filière des sciences de la vie à l'EPFL échouent à 63 % contre 39 % pour ceux qui ont choisi l'OS PAM. Que disent ces étudiants ? – sans OS PAM, il est très difficile de s'en sortir. Et pour cause, l'enseignement de la physique DF ne les a pas préparés à leur première année d'université comme le disent unanimement les étudiants et les statistiques de l'EPFL. Une des raisons principales est que Genève (comme Vaud à la différence de la plupart des pays de l'OCDE) a condamné, par son plan d'étude, les enseignants à enseigner – la mécanique par exemple – sans les outils mathématiques qui ont été inventés pour la mécanique car ils sont vus une à deux années plus tard en mathématiques.

C'est pourquoi nous ne croyons pas que la discussion concernant l'insuffisance de la préparation de base en mathématiques et en physique pour les futurs étudiants en sciences puisse être réduite à une question de « guerre entre disciplines ». La faiblesse des étudiants en sciences est un problème réel, qui ressort au sein des universités suisses (cf., par exemple, le diaporama de l'EPFL sur la réussite du MAN en fonction de l'OS, en annexe). Les institutions s'en rendent compte ; il existe d'ailleurs d'excellentes initiatives visant justement à corriger, mais uniquement à posteriori, ce triple problème (choix trop précoce de l'OS + niveau DFPY trop faible + prérequis de maths dans le cours DF non respectés) qui en réalité apparaît deux ans plus tôt (trois, avec la nouvelle grille). Parmi ces initiatives, mentionnons par exemple le plan d'action MSN (Mathématiques et Sciences de la Nature) lancé récemment par le DIP (cf. le document en annexe), les rencontres « Portail Gymnases » entre l'EPFL et les enseignants du secondaire II ou encore le programme Athéna de l'UniGE.

Le programme PYDF établi est minimal, il ne prépare pas suffisamment les élèves qui ont choisi par exemple l'OS biologie-chimie et qui souhaiteraient poursuivre leurs études en sciences ou en médecine (le fait que la plupart des élèves n'aient, par exemple, jamais étudié la cinématique vectorielle ou la notion de champ magnétique est une lacune grave). Avec la probable disparition de l'IDS, on fragilise encore la formation de ces étudiants scientifiques. De plus, le programme actuel de physique DF est très difficile à parcourir en totalité durant les deux années et demie à disposition, sans les prérequis de mathématiques indispensables aux élèves. Pour ces raisons, il sera difficile que les établissements s'accordent sur un programme DF commun : il faudrait transiger sur le programme et faire des choix très discutables et techniques, qui risquent de ne pas être homogènes dans l'ensemble des établissements. Nous pensons que la seule manière d'uniformiser les programmes est de les rendre faisables, en reportant les cours de physique DF aux degrés 2-3-4, et au moins sur trois ans plutôt que deux et demi.

De plus, la physique est par excellence la branche où les élèves peuvent transposer et consolider les contenus appris en mathématiques : en plaçant l'enseignement de la physique à la fin de leur formation gymnasiale, lorsqu'ils possèdent les outils mathématiques prérequis, les élèves peuvent d'une part mieux et plus aisément acquérir les notions en physique, et d'autre part améliorer leurs connaissances *basales* en mathématiques³.

Une solution est ressortie de la discussion lors de la dernière rencontre « Portail Gymnases » de l'EPFL⁴ : dans le canton de Vaud comme à Genève, accepter le fait que la physique ne peut s'enseigner sans les mathématiques adéquates et décaler l'enseignement de la physique d'un an.

Notre demande

Il nous semble que le cumul des trois problèmes que nous avons mentionné ci-dessus ne semble pas encore clair pour l'institution : pourquoi déployer autant de moyens, souvent externes à l'école et coûteux, pour essayer de corriger les conséquences d'un triple problème plutôt que d'en éliminer la cause ? Les moyens externes sont peut-être une excellente opportunité, mais ils ne seront pleinement efficaces à long terme que si la formation est bien coordonnée, en pensant avant tout au parcours de l'élève dans sa globalité. Si des décisions concernant la grille du collège sont en train d'être prises pour les prochaines dizaines d'années en ignorant ces problèmes ou en les étouffant sous prétexte que « la physique ne sert à rien », pour éviter une vraie discussion sur ce sujet, la situation actuelle stagnera ou empirera, avec des conséquences fort négatives bien au-delà de la formation gymnasiale.

Pour cette raison, avant de prendre des décisions définitives, il serait indispensable de tenir compte de l'avis des PG de physique et de leurs groupes, mais aussi des représentants des hautes écoles et des universités de toutes les branches scientifiques (pas seulement les informaticiens), pour que leurs préoccupations soient prises en compte au sein du D11 (d'autant plus qu'aucun physicien n'est présent dans cette commission !) afin de trouver une solutions cohérente, tenant compte du

³ En accord avec les recommandations du rapport final de la 3^{ème} conférence sur la transition gymnasiale - université (p. 44f du pdf en annexe).

⁴ <https://gymnases.epfl.ch/seminaires>

parcours de chaque élève, y compris ceux qui souhaitent faire des études universitaires scientifiques.

Il va de soi que, dans cette perspective, un dialogue entre groupes de discipline serait indispensable et salutaire. Cela permettrait d'une part une concertation à propos des enjeux des différentes disciplines et d'autre part de faire émerger une vision commune de l'avenir.

Pour conclure, si nous vous faisons part de toutes ces considérations, c'est parce que les questions de l'orientation des élèves et de la juste promotion des sciences « dures » auprès de ces derniers, tout en évitant de nourrir de fausses idées concernant celles-ci, sont capitales et que nous les vivons au quotidien. Le plaisir d'étudier ces branches, perçues comme « difficiles », est souvent tardif par rapport à d'autres branches (un peu comme l'appréciation du goût du café ou d'un bon vin). Cela a été le cas pour de nombreux(ses) collègues physicien(ne)s épanoui(e)s. Nous trouvons dommage, dans une ville comme Genève, de barrer la route si tôt à des telles études.

Nous formulons ici le souhait que les points soulevés dans cette lettre seront discutés en CPG de physique et qu'ils seront également pris en compte et discutés au sein du D11.

Nous vous remercions d'avance pour l'attention que vous porterez à notre requête.

Dans l'attente de votre réponse, nous vous adresserons, Cher Monsieur Rieder, nos salutations distinguées.

Les PG de physique des Collèges Alice-Rivaz, André-Chavanne, Calvin, Claparède, De Candolle, De Staël, Emilie-Gourd, Rousseau, Sismondi, Voltaire

Annexes :

- 1) Diapo Swissuniversities « rapport genre » (UniGE)
- 2) Diapo EPFL « Cours de Mise à Niveau (MAN) »
par P. A. Besse
- 3) Diapos « Stage à l'EPFL »
par C. Gonzalez
- 4) Plan d'action « Mathématiques et Sciences de la Nature »
du DIP
- 5) Rapport final de la 3^{ème} conférence sur la transition gymnase -
université