

61^e congrès national de l'UdPPC
Comptes-rendus des tables rondes
sur la liaison enseignement secondaire /
enseignement supérieur en physique et en chimie
Orléans : Mardi 29 octobre 2013

LIAISON LYCÉE / ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR EN CHIMIE

par Thomas ZABULON

La réforme du lycée

Il s'agit d'une véritable révolution pédagogique, dans un cadre horaire contraint, avec de nouvelles modalités d'enseignement qui visent à développer les compétences liées à la démarche scientifique chez les élèves. Par exemple, les activités expérimentales sont évaluées par compétences et cherchent à renforcer l'autonomie des élèves. Les contenus des travaux pratiques sont très variables d'un lycée à l'autre : certains sont plus informatisés, d'autres mettent davantage l'accent sur les gestes techniques.

L'étude des incertitudes est en général introduite au fur et à mesure des besoins, souvent lors des activités expérimentales ; certains élèves perçoivent les incertitudes comme un « défaut de la physique ».

L'accompagnement personnalisé prend des aspects très variés en fonction des établissements : il comporte des heures de langue vivante en terminale S dans certains lycées.

Dans les contenus, l'étude systématique du quotient de réaction disparaît des nouveaux programmes, mais de nouvelles notions apparaissent en chimie organique : spectroscopie, stéréochimie, stratégie de synthèse, formalisme des mécanismes réactionnels...

En mathématiques, la dérivation de fonctions composées n'est plus exigible et les équations différentielles ne sont plus au programme, mais des notions de probabilités et statistiques sont apparues.

L'adaptation dans l'enseignement supérieur

En CPGE (Classes préparatoires aux grandes écoles), les nouveaux programmes sont rédigés dans la continuité de ceux du secondaire, ils mettent l'accent sur la démarche scientifique, en particulier au travers des compétences liées aux activités expérimentales, des résolutions de problèmes et des activités documentaires.

À l'Université, les maquettes sont renouvelées dans le cadre de plans quadriennaux,

qui ne coïncident pas nécessairement avec l'arrivée des étudiants issus de la réforme du lycée.

Constats généraux auprès d'enseignants de chimie en CPGE et à l'Université, en amont et au cours de l'atelier :

- ◆ Il n'y a pas d'effondrement du niveau, les élèves continuent de pouvoir suivre un enseignement scientifique au niveau L1.
- ◆ De façon unanime, les nouveaux étudiants ont de grandes difficultés en calcul algébrique. Certains établissements mettent en place des protocoles de tutorat comme remédiation sur ce point.
- ◆ L'hétérogénéité des classes semble accrue, peut-être suite à la plus grande diversité de formation des élèves du secondaire : accompagnement personnalisé de format variable, notions plus ou moins approfondies en fonction du niveau de la classe...
- ◆ Certains étudiants ont des difficultés de compréhension d'un texte même simple, détectables en particulier lors des activités expérimentales.
- ◆ Les avis sont divers sur les compétences des nouveaux étudiants dans le cadre des activités expérimentales (autonomie en particulier), mais l'hétérogénéité y semble accrue.
- ◆ Les capacités de travail des nouveaux étudiants semblent souvent plus faibles.

Constats concernant plus particulièrement la chimie :

- ◆ Les difficultés en calcul sont visibles dans les chapitres sur le quotient de réaction et de cinétique chimique.
- ◆ L'interprétation de l'équation de réaction (passage microscopique – macroscopique) et l'utilisation du tableau d'avancement sont délicates.
- ◆ La plupart des enseignants de L1 n'ont pas encore abordé la chimie organique, qui devrait constituer un point fort des nouveaux étudiants.

LIAISON LYCÉE / ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR EN PHYSIQUE

par Loïc VILLAIN

Participants : Enseignants de physique-chimie du secondaire et de CPGE, enseignants-chercheurs d'universités, représentants de l'UdPPC, de la SFP...

L'objectif de la table ronde était de faire le point sur l'intégration des bacheliers S « nouvelle formule » dans le supérieur, du point de vue de la physique, quelques mois après le début de l'année académique. La réunion a donc commencé par la présentation d'un bilan tracé après enquête auprès de professeurs de CPGE et d'universitaires. Afin d'éviter d'orienter les réponses, cette enquête, dont les résultats reposent sur des retours provenant d'une dizaine d'établissements et correspondent ainsi au ressenti de plusieurs dizaines d'enseignants, avait une forme volontairement libre, la seule et unique question posée étant « Comment se passe pour vous et vos collègues l'enseignement de la phy-

sique avec les nouveaux bacheliers scientifiques, notamment par rapport aux années précédentes ? ».

De manière surprenante, une sorte de quasi-unanimité a émergé, certains points précis revenant spontanément dans la très grande majorité des retours. Pour commencer par les aspects positifs, les étudiants « nouvelle formule » sont décrits comme :

- ◆ étant de bonne volonté ;
- ◆ prenant en général plus d'initiatives que leurs prédécesseurs, que ce soit par leur participation en cours, en TD et en TP, ou par des questions ;
- ◆ ayant une tendance plus poussée à faire appel à leur « intuition physique » ;
- ◆ possédant une culture scientifique plus large.

Malheureusement, il convient de nuancer ces propos en apparence optimistes, car il s'avère que

- ◆ l'intuition et les connaissances de ceux qui en ont sont parfois plus proches de la science-fiction que de la physique, par exemple en relativité, où l'on trouve en outre des choses fausses dans les manuels du secondaire proposés aux enseignants (dont certains, rappelons-le, n'ont jamais rencontré ce sujet quand ils étaient eux-mêmes étudiants) ;
- ◆ ces connaissances parfois très spécialisées (et approximatives) s'accompagnent de lacunes sur des concepts pourtant plus importants au quotidien même pour des non-scientifiques (pour citer un collègue de CPGE : « Mes élèves savent tous ce qu'est un muon, moi pas, mais il n'y en a aucun qui sait ce qu'est une tension ou une intensité ») ;
- ◆ beaucoup trouvent la physique trop abstraite (plus que les mathématiques !) et se découragent très vite.

Les participants à l'enquête expliquent à l'unanimité cet état de fait par les très grosses lacunes mathématiques qu'ont les élèves (bien plus encore que par le passé), que ce soit dans la maîtrise des outils de base (notions de fonction ou de variable pas assimilées, recours automatique à des nombres dans les calculs et difficultés à les faire de manière plus formelle...), mais aussi dans la mise en équation d'une situation physique, chose qu'ils sont pour la plupart tout simplement incapables de faire. Pire encore, pour la majorité des étudiants, il n'y a aucun lien entre les mathématiques et la physique, qui est un domaine dans lequel ils pensent que tous les résultats s'obtiennent facilement (sans travail ou réflexion !) et « avec les mains ». Un exemple vécu : devant choisir un sujet d'étude scientifique libre dans le cadre d'une unité d'enseignement, des étudiants ont été surpris, et déçus, de découvrir que la notion de « trou de ver » nécessitait pour être étudiée de recourir à des concepts physiques et des outils mathématiques bien au-delà de leurs compétences actuelles et qu'ils verraient au mieux en M1 voire M2.

En pratique, il semblerait donc que l'approche « intuitive » (et qui se voulait attractive par sa modernité) de la physique se soit révélée désastreuse à plusieurs niveaux. En

effet, d'une part, elle conduit les étudiants les plus faibles à croire que la physique se comprend sans effort et juste avec des mots, les poussant à construire par eux-mêmes des modèles intuitifs (le plus souvent erronés) pour se représenter des phénomènes physiques divers et variés, et sans leur donner une idée hiérarchique des concepts de la physique. Ces élèves ne possèdent finalement même pas les bases qu'acquerraient auparavant leurs prédécesseurs et ont de la physique uniquement une vision brouillonne et anarchique. D'autre part, cette approche prive celles et ceux qui seraient capables de les assimiler des connaissances mathématiques nécessaires à la véritable modélisation des phénomènes (connaissances dont ils sont d'ailleurs demandeurs et qu'ils essaient parfois d'aller glaner, avec plus ou moins de réussite, sur Internet ou dans des livres). On pourra souligner l'ironie qu'il y a à ce que la notion de modèle soit justement mise en avant dans les programmes du secondaire au moment même où les véritables modèles mathématiques sont éliminés pour être remplacés par quelques formules « sexy » qui, utilisées hors contexte, conduisent le plus souvent à tout sauf à une véritable compréhension de la physique sous-jacente (*exemple* : la formule de la « dilatation temporelle »).

En outre, dans le supérieur, il devient encore plus difficile qu'auparavant d'aiguiser la curiosité et l'intérêt des uns comme des autres quand ils voient ressurgir de nombreux concepts qui leur paraissent poussiéreux, par exemple tous ceux de la mécanique newtonienne qu'ils pensent déjà connaître, mais qu'ils sont pour la grande majorité très loin de maîtriser. Il est pourtant nécessaire, pour former de véritables scientifiques, de reposer sur des fondements bien établis.

La vision faussée de la physique proposée dans le secondaire a d'autre part une conséquence dramatique qui est la « fuite des cerveaux » (potentiellement attirés par la mathématisation appliquée) vers d'autres disciplines, fuite dont témoigne la chute des effectifs dans les sections physique-chimie de CPGE ou de l'université, car (citation d'un élève entendu lors d'une journée portes ouvertes) « la physique c'est trop littéraire ».

Au bout du compte, se retrouvent à étudier la physique dans le supérieur deux types d'anciens lycéens : ceux qui se sont laissés guider par une idée trompeuse de ce qu'est réellement ce domaine scientifique et qui sont par conséquent paniqués par ce qu'ils rencontrent (comme des calculs qui prennent une ligne entière !), et d'autres qui ont réussi par eux-mêmes à conceptualiser et mathématiser un minimum au lycée et attendaient impatientement que commencent les « choses sérieuses ». On constate en conséquence, autant en CPGE qu'à l'université, un écart de niveau encore plus important que par le passé entre les étudiants les plus en difficulté et ceux qui sont à l'aise avec les concepts abstraits (mathématiques aussi bien que physiques). Les enseignants devant gérer des groupes entiers et n'ayant pas la possibilité de faire un enseignement individualisé, ils doivent le plus souvent se contenter du B.A.-BA et renoncer à tout approfondissement, et par la même occasion à la présentation d'applications ou d'exemples qui rendraient l'enseignement plus attractif et intéressant pour les meilleurs étudiants comme pour les plus faibles.

Pour conclure la présentation des résultats de l'enquête, furent mentionnés les deux points sur lesquels les collègues ayant donné leur avis restent partagés : la capacité de rédaction des étudiants et leur recherche d'une compréhension (malgré leurs grandes difficultés !) plutôt que d'une simple accumulation de connaissances. Sur ces deux aspects, certains enseignants jugent que des progrès ont été faits, et d'autres que rien n'a changé.

Ce bilan extrêmement négatif a été accueilli sans aucune surprise, les participants à la table ronde du supérieur ayant eu les mêmes échos ou ayant fait personnellement les mêmes constatations. À l'unanimité, il est admis que l'heure n'est plus à la constatation, même si les chiffres officiels manquent à l'appel faute d'enquête nationale officielle, mais à la prise de mesures d'urgence avant que les dégâts ne soient irréversibles, notamment par une perte totale d'attractivité de la physique pour les élèves du secondaire (en deux ans les effectifs en terminale S spécialité physique ont apparemment fortement chuté dans beaucoup d'établissements).

L'une des réactions suggérées est une réduction drastique du contenu des programmes, que ce soit dans le secondaire ou en CPGE, afin de se concentrer sur les points fondamentaux sur lesquels se fonde la physique dont l'enseignement, à long terme, ne saurait se contenter du saupoudrage actuellement offert aux élèves. Cette mesure a d'ailleurs déjà été adoptée de manière improvisée depuis la rentrée par certaines universités, grâce à leur liberté de manœuvre supérieure à celles des lycées et CPGE qui ne peuvent ignorer les programmes du baccalauréat et des concours d'entrée dans les grandes écoles. Conscients de l'impossibilité qu'ils ont à changer eux-mêmes les programmes officiels, les participants à la table ronde issus du secondaire ou des CPGE proposent donc plusieurs façons de faire entendre leurs voix, que ce soit grâce à des communiqués de sociétés savantes (UdPPC, SFP...), ou encore des actions individuelles sur les réseaux sociaux... Il est toutefois fait remarquer à juste titre que les réseaux sociaux, du fait de leur manque de contrôle, sont probablement à éviter, car le risque est grand, dans la situation actuelle, de faire une publicité négative pour les études de physique et par conséquent de réduire encore plus leur attractivité auprès des élèves.

Il est mentionné au passage, qu'ironiquement, la notion d'attractivité des sciences était au cœur des réflexions qui ont conduit aux nouveaux programmes de lycée, et qu'il est dommage que n'ait pas été pris en compte dans les réformes un élément déclencheur important du goût pour les sciences : le plaisir qu'il y a à saisir un concept subtil après avoir lutté avec sa compréhension.

Au fil des échanges, les principales pistes évoquées pour essayer de redorer le blason des études de physique sont :

- ♦ une meilleure coordination des revendications et actions des enseignants de collèges et de lycées. Un participant souligne que des rencontres annuelles collège-lycée existent déjà sur Grenoble et un autre qu'en histoire-géographie les enseignants ont en effet réussi à obtenir un retour en arrière après la mise en place de réformes malencontreuses, grâce à une mobilisation générale organisée ;

- ◆ l'appel à l'implication des grandes écoles, des sociétés savantes (UdPPC, SFP...), mais également des entreprises *via* la communication et le lobbying afin d'essayer de faire prendre conscience aux décideurs de la catastrophe vers laquelle la physique se dirige, ce qui aurait naturellement aussi des conséquences socio-économiques. Sont notamment mentionnés le peu de relais dans les médias qu'obtiennent les propos des enseignants de physique-chimie, comparativement à ce qu'il en a été pour l'histoire et la géographie, ainsi que le rôle que pourraient jouer les entreprises concernées par la formation de scientifiques, en particulier pour la communication (campagnes de publicité... ?) ;
- ◆ des lettres ouvertes et pétitions (qui existent déjà ou sont en cours de rédaction) à destination d'« organismes officiels » tels que l'Académie des sciences ou le Conseil supérieur des programmes au sujet desquels certains participants estiment que leurs membres ne sont vraisemblablement pas complètement conscients des dégâts provoqués par les réformes récentes en raison de leur manque de contact direct avec de « vrais élèves » : les scientifiques de haut niveau ne côtoient en général que des élèves ou étudiants triés sur le volet et absolument pas représentatifs de la majorité. Il est regretté à cette occasion que la pétition lancée par l'UdPPC en février 2013 ait été lue, mais pas signée par des membres de l'Académie des sciences dont certains sont pourtant très impliqués et concernés par l'enseignement des sciences.

À l'heure de clore la table ronde, qui aura eu au moins pour résultat de confirmer l'urgence de la situation actuelle, deux phénomènes anciens, mais toujours d'actualité et fortement corrélés aux difficultés présentes eurent le temps d'être mentionnés et discutés :

- ◆ la perversion de l'idée (pourtant unanimement reconnue comme bonne) « science pour tous » qui, en conjonction avec le fait que les classes de terminale scientifique contiennent en grande majorité des élèves qui ne feront plus jamais de science par la suite, a conduit à la disparition d'un véritable enseignement de la physique au lycée ;
- ◆ la logique destructrice qui veut que depuis plusieurs années la réponse au problème « les élèves ne peuvent plus comprendre » est « on supprime des programmes », ce qui se fait inévitablement au détriment de la qualité de la formation des futurs étudiants en science et les rend de moins en moins capables de réaliser la profonde des propos de Galilée dans son *Dialogue sur deux grands systèmes du monde* : « *La philosophie est écrite dans cet immense livre que nous tenons toujours ouvert sous nos yeux, je veux dire l'univers. Nous ne pouvons pas le comprendre si nous n'avons pas cherché à l'avance à en apprendre la langue, et à connaître les caractères au moyen desquels il a été écrit. Or il est écrit en langue mathématique, et ses caractères sont des triangles, des cercles et des figures géométriques, sans lesquels il serait impossible à tout homme d'en saisir le sens* ».