

Quelques réflexions au sujet du cycle terminal (filière S).

Préambule

Ces propositions portent sur le cycle terminal pour en préserver la nécessaire cohérence. Cependant, lorsque les éléments de réflexions qui suivent ont commencé à être rédigés, le programme de 1^{ère} S était sur le point d'être mis en consultation. Le temps de la réflexion que souhaite mener l'UdPPC n'est pas celui de consultations faites dans l'urgence et dont on peut douter de la réelle prise en compte (cf. versions avant et après consultation du programme de 2nde). Il ne s'agit donc pas ici d'analyser ou de faire des propositions au sujet de ce programme de 1^{ère} S mais de se situer dans une perspective plus large qui concerne les objectifs de la filière générale scientifique (et ceux de la filière technologique) et les moyens mis en œuvre pour les atteindre. Au-delà des changements actuels, ces réflexions doivent permettre de nourrir le débat qui devrait être mené dans des conditions *sereines* d'élaboration de futurs programmes.

Dans ce contexte, nous proposons cependant à la fin du document quelques pistes de réflexions et un canevas très général pour la classe de Terminale S.

L'étalonnage des contenus et compétences par rapport à l'existant

Si le programme actuel de 1^{ère} S est parfois considéré de longueur raisonnable (lorsque les conditions d'enseignements sont très favorables...), le programme de Terminale a pour sa part été jugé largement trop long lors de sa mise en place (77% des collègues ayant répondu à l'enquête de l'UdPPC sur le programme de TS l'ont jugé trop long, voir BUP 860, janvier 2004). Ce programme reste source de pression et de frustration pour le professeur qui souhaiterait s'assurer davantage de la compréhension par tous des concepts fondamentaux que de la capacité à utiliser des "recettes" ou méthodes "toutes faites". Ce ne sont que le nécessaire "bouclage" en vue du baccalauréat et l'adaptation au temps imparti qui ont tendance à faire oublier, avec le temps, cette longueur excessive.

Si l'on veut pouvoir faire des propositions raisonnables au regard du temps d'enseignement, il n'est pas absurde de comparer à l'existant. Il convient donc aussi, dans ces conditions, de **tenir compte de l'inquiétante perte de durée d'enseignement du cycle** (1,5 h élèves sur les 9,5 h, soit un peu plus de 15%). **Les ajouts de contenus devront être compensés par des suppressions plus grandes encore** (les contenus étant pensés en termes de temps nécessaire, conversion parfois difficile à anticiper). En ce sens, le programme de 1^{ère} S mis en consultation peut légitimement inquiéter...

Renouveler la nature des compétences à évaluer... sans négliger les contenus.

Nous vivons une époque où la science est régulièrement questionnée par les décideurs (rarement scientifiques pour leur part), convoquée dans le débat public comme argument d'autorité et sensée répondre à la majorité des défis posés aux sociétés humaines modernes. Il paraît donc essentiel de commencer à former les futurs scientifiques au rapport entre science et société et au fonctionnement de la science elle-même. Même si elle s'adresse à toute une classe d'âge et non seulement aux futurs scientifiques, les études internationales comme PISA s'intéressent d'ailleurs généralement tout autant aux connaissances *en* sciences qu'aux connaissances *sur* les sciences. Il n'est pas absurde

d'aborder ces questions pour des élèves qui ont fait le choix de poursuivre des études scientifiques. Ce travail devrait être mené conjointement avec les SVT mais nul ne niera que les sciences physiques et chimiques ont une certaine spécificité sur ces questions.

Il paraît ainsi indispensable de faire en sorte que la pratique courante, autant déterminée par le programme que par les épreuves de baccalauréat, **ne privilégie pas exclusivement les contenus et compétences liées**. Pour ceci, il serait judicieux de mener, après bilan, une réflexion d'ensemble sur la nature de ce qu'évalue le bac. Cela concerne également l'épreuve expérimentale qui devrait peut-être évoluer afin d'évaluer un peu moins le "geste" que la démarche expérimentale mise en œuvre (conception de protocoles par exemple). Au-delà de la réflexion sur l'existant, il convient d'afficher explicitement des compétences à évaluer qui ne concernent plus seulement les contenus scientifiques mais aussi le fonctionnement et les spécificités des sciences physiques et chimiques. Les connaissances **sur les sciences** et les compétences dites jusqu'à maintenant "transversales" (version 1^{ère} S) ou "scientifiques générales" (version TS) doivent figurer précisément dans la colonne "connaissances et savoir-faire exigibles" (ou formulation équivalente), gage de leur évaluation au baccalauréat, et donc de leur enseignement en tant que telles. L'élève de fin de terminale S doit ainsi être capable, par exemple, de distinguer une question qui peut être traitée en sciences expérimentales d'une question qui relève de la simple subjectivité (par exemple *"Est-ce que le Parc du Grand Canyon est aussi beau aujourd'hui qu'il y a 100 ans ?"*, question issue de l'enquête pisa), de savoir juger de la validité d'une argumentation scientifique simple, de discuter la notion de preuve expérimentale, de savoir utiliser la notion de champ de validité d'un modèle, etc... L'idée ne serait pas seulement de "montrer" de la science mais de rendre capable l'élève, en plus de "faire" de la science, d'analyser et de juger de la pertinence d'un résultat qui se proclame scientifique.

La résolution d'une question relativement ouverte à partir de l'analyse de documents pourrait être mise à contribution pour évaluer certaines de ces compétences. La réponse devrait être construite, argumentée, en utilisant si besoin des contenus disciplinaires vus dans au cours des deux années du cycle terminal. Les épreuves actuelles de SVT pourraient être une source d'inspiration utile pour mener cette réflexion, qui rompt avec une tradition bien ancrée dans notre discipline d'épreuves constituées d'une longue succession de micro-questions, qui guident totalement la démarche, sans jamais la questionner. Ceci n'empêche pas la restitution préalable de connaissances avant de traiter une telle question "ouverte".

Enseigner la physique "moderne" ?

L'expression "physique moderne" peut recouvrir suffisamment de significations différentes pour que nous précisions ce que nous y mettons ici. Un reproche classique fait à l'enseignement secondaire actuel (et aux classes préparatoires aux grandes écoles...) est de ne pas évoquer (ou si peu) la physique "du 20^e siècle". Ce reproche est fait au nom d'une incapacité, de fait, à comprendre les enjeux de la physique telle "qu'elle se fait", ou de sa partie exposée médiatiquement à travers les très grands équipements (accélérateurs/collisionneurs pour par exemple mettre enfin en évidence des particules que la théorie prévoit, installations nucléaires ou plus généralement énergétiques, éventuellement à l'état de projets...). Nous entendrons donc ici par "physique moderne" une certaine idée (parfois subjective) de la physique "telle qu'elle se fait" (référence au chercheur) et de sa toute petite partie émergée dans les médias.

Les domaines en jeu dans la physique exposée médiatiquement sont souvent très complexes (physique quantique, physique des particules, physique statistique, relativité...) et difficilement vulgarisables. Cette difficulté doit interroger l'enseignement secondaire scientifique : les élèves n'ont-ils pas besoin d'un bagage conceptuel et méthodologique conséquent pour aborder ces nouveaux domaines ? Le formalisme qui accompagne utilement ces domaines est relativement peu accessible aux élèves actuels des filières scientifiques. Il nous semble donc risqué et sans doute prématuré de vouloir faire "entrer" ces domaines dans l'enseignement secondaire ou alors, comme cela a parfois été le cas, comme une sensibilisation aux limites des modèles appris, dont le caractère évolutif sera alors réaffirmé. C'est aussi ici que l'histoire des sciences peut trouver une place pertinente qui ne consisterait pas seulement en de l'habillage anecdotique ou iconographique au sujet de tel ou tel "savant".

Nous pouvons sans doute faire une exception pour la relativité restreinte qui nous semble pouvoir être abordée avec pour seul bagage mathématique le théorème de Pythagore. L'invariance de la vitesse de la lumière, la notion de référentiel et la composition des vitesses suffisent à construire des notions qui peuvent intéresser les élèves et les sensibiliser à une "nouvelle physique", qui entretient un rapport difficile et moins banal avec l'observation directe. Une telle proposition illustre parfaitement la difficulté d'un tel choix : on ne peut introduire de physique moderne que si le socle de physique classique est suffisant.

Une proposition de canevas.

La thématique actuelle de terminale "phénomènes temporels" est bien trop large pour donner un fil conducteur omniprésent aux élèves en apprentissage. Cependant, l'idée de faire des analogies sur les différentes évolutions de phénomènes dans différents champs reste pertinente et doit pouvoir continuer à vivre.

Un réel enseignement thématique (qui aurait l'affichage du nouveau programme de 2^{nde} mais qui en aurait en plus la contenance et la cohérence par rapport aux concepts convoqués) nécessiterait un temps de réflexion très long (une année au moins) et impliquerait probablement des modifications de pratiques trop brutales. Il conviendrait de partir des phénomènes mis en jeu dans un domaine d'observation ou d'applications technologiques donné, de définir et d'éliminer ces phénomènes, de répertorier les concepts et les modèles à convoquer pour analyser et étudier ces phénomènes.

Nous proposons ci-dessous une structure hybride qui s'inspire de la structure classique en domaines mais qui fait des liens ou des transitions, lorsque c'est possible, à l'aide de thèmes phénoménologiques. Par exemple les ondes électromagnétiques (phénomène) peuvent être analysées en partie grâce au domaine de l'optique mais aussi grâce à certains modèles ondulatoires.

Au sujet de l'enseignement de spécialité il convient là encore de prendre le temps de la réflexion sur son statut et ses objectifs. Doit-il être exclusivement expérimental, doit-il préparer plus spécifiquement aux poursuites d'études en physique et chimie, doit-il être un instrument de sélection ? Ces questions ne sont pas tranchées par l'UdPPC et continuent à faire débat. Dans ce qui suit, la spécialité est vue comme un moyen "d'aller plus loin" et de découvrir des concepts et des phénomènes qui se rapprochent de la physique moderne? Ceci ne donne pas systématiquement lieu à manipulations mais l'enseignement en effectif réduit ne doit pas être revendiqué *que* pour manipuler mais aussi pour permettre la

collaboration en binômes ou trinômes, sur documents ou sur logiciels de traitement de données ou de simulation par exemple.

- **Les phénomènes lumineux**

- L'optique géométrique actuelle de 1^{ère} et Term. (sans formaliser la notion d'image virtuelle mais en menant par contre un réel travail sémantique sur le terme *image*, à la signification ô combien différente de celle de la vie de tous les jours).
- Introduction à l'optique ondulatoire : expériences historiques, nécessité d'un nouveau modèle (le modèle ondulatoire).

- **Les phénomènes ondulatoires**

- Totalement absente du programme de 1^{ère} S mis en consultation, cette longue étude doit occuper une large part du programme de terminale, décomposée en deux parties acoustique et électromagnétique. Il faudrait davantage insister sur le couplage espace-temps, sans introduire plus de formalisme qu'aujourd'hui. Les phénomènes caractéristiques des ondes comme les interférences doivent évidemment être traités.
 - ◆ En spécialité : dualité onde-corpuscule, intro à la physique quantique et à la notion de fonction d'onde.
- La classification des ondes électromagnétiques et quelques-unes de leurs propriétés phénoménologiques (absorption, influence du milieu et de la fréquence sur les propriétés de propagation...) ; on n'entre de pas dans le détail des grandeurs champs électriques et magnétiques.

- **Interactions et mouvements**

- Les catégories d'interaction, la 2^e loi de Newton, mouvement de chute dans un fluide, l'ensemble utilisant pleinement le formalisme vectoriel. Éventuellement méthode d'Euler comme moyen de résoudre une équation différentielle qu'on ne peut résoudre analytiquement. L'astronomie (lois de Kepler, mouvements à force centrale, d'un satellite à une planète) est très motivante en TS car on dispose d'outils adaptés pour la rendre vivante (données de la NASA, serveur des éphémérides + Regressi...).
- L'oscillateur harmonique.
 - ◆ En spécialité : La notion de référentiel non galiléen : sans formalisme et juste pour faire comprendre que la force dite centrifuge n'en est pas une au sens de la physique mais qu'on l'invoque pour rendre compte d'observations qui, dans un référentiel non galiléen (par exemple tournant), semblent en contradiction avec les lois de la mécanique qui viennent d'être vues.
 - ◆ En spécialité : intro à la relativité restreinte.

- **Les phénomènes énergétiques.**

Partie à retravailler au regard du programme définitif de 1^{ère} S.

- Les transferts sont l'occasion de revenir sur les parties précédentes.

- La radioactivité serait vue dans cette partie...
 - ◆ En spécialité : quelques aspects techniques des transferts d'énergie (mesure de rendement d'un convertisseur, fonctionnement et rendement d'une centrale électrique, bilan énergétique complet...). Articulation des modèles énergétique et électrocinétique.
 - ◆ Le laser pourrait aussi faire son retour en spé, analysé du point de vue énergétique.

- **L'épineux problème de l'enseignement de l'électricité**

La disparition de l'électricité en terminale est un point de vue qui fait débat au sein de l'association. Nous avons conscience de la révolution qu'elle impliquerait dans notre pratique (et dans notre culture...). Nous livrons ici une liste non exhaustive de questions à débattre pour alimenter le débat :

- L'enseignement actuel de l'électricité, réduit à sa plus simple expression, est-il une perte de temps ou est-il finalement utile pour la poursuite d'études supérieures ?
- Est-il souhaitable de construire, du début, les concepts et méthodes utilisées en électricité dans les niveaux post-bac, particulièrement en prépa ?
- L'enseignement de l'électricité a-t-il sa place dans une filière scientifique générale ou doit-il être réservé, avec un gros volume, aux filières technologiques ?
- L'enseignement actuel de l'électricité est-il une source de motivation et comment faire pour le rendre plus motivant ?
- Comment passer d'un enseignement de l'électricité pour lui-même à un enseignement de l'électricité au service de la physique en général et de la mesure en particulier ?

*Guy Bouyrie, Vincent Parbelle, Jacques Vince.
Juin 2010.*