

## Allègement des contenus de physique en terminale S

Proposition du groupe  
de recherche-développement SESAMES

*Le groupe SESAMES<sup>(1)</sup>, financé par l'INRP, est constitué d'enseignants de physique-chimie et de chercheurs en didactique (une quinzaine de personnes en tout). Il élabore des documents d'enseignement largement commentés et tenant compte au mieux des apports des recherches en didactique. Cette logique de recherche-développement permet donc, tout en se confrontant à l'enseignement réel en classe, une réflexion plus générale sur l'enseignement et l'apprentissage de la physique et de la chimie. Ce groupe poursuit le travail commencé il y a plus de dix ans par des groupes successifs au fonctionnement et aux objectifs similaires.*

### PRÉAMBULE

La discipline physique-chimie est jugée par les élèves difficile et arbitraire. La désaffection des filières scientifiques d'enseignement supérieur, largement avérée depuis quelques années, mais également la démotivation des élèves n'en sont que les indices les plus apparents et inquiétants. Cette observation, si elle est parfois perçue par les enseignants de la discipline comme un apparent manque de motivation ou d'une « baisse de niveau » des élèves, surprend d'autant plus les spécialistes de la discipline (enseignants ou chercheurs) que ceux-ci pensent souvent que leur motivation et leur passion devraient suffire à intéresser les élèves. Le désenchantement qui s'en suit parfois devrait interroger l'ensemble des acteurs concernés par l'enseignement de la physique et de la chimie, bien au-delà des enseignants : chercheurs en didactique, formateurs, inspecteurs, universitaires... et parmi toutes ces catégories, toutes celles et ceux qui deviennent temporairement

(1) Le pôle lyonnais du groupe SESAMES :

Responsables du groupe :

Pierre GADIOZ, lycée Branly, Lyon (69), INRP - Jacques VINCE, lycée Ampère, Lyon (69), INRP - Andrée TIBERGHIEU, directeur de recherche CNRS, UMR ICAR groupe COAST (69).

Membres du groupe :

Ludovic ARNAUD, lycée Doisneau, Vaulx-en-Velin (69) - Christian BUTY, MC Université Lyon 1, chercheur à l'UMR ICAR, groupe COAST - Florence CHAVANEL, lycée Descartes, Saint-Genis-Laval (69) - Didier COINCE, lycée Parc Chabrières, Oullins (69) - Olivier JEAN-MARIE, Lycée Aragon, Givors (69) - Jean-François LE MARÉCHAL, MC ENS Lyon, chercheur à l'UMR ICAR, groupe COAST - Lionel MATHEVET, lycée Saint-Just, Lyon (69) - Stéphane PERREY, lycée Brosolette, Villeurbanne (69) - Hélène PRUVOT, lycée Descartes, Saint-Genis-Laval (69) - Bernard RENAUD, lycée Fragonard, L'Isle-Adam (95) - Danielle VINCENT, lycée Camus, Rilleux-la-Pape (69).

concepteurs des programmes. S'il n'est pas question ici de mettre en doute le souci du groupe d'experts d'augmenter la motivation des élèves, on peut par contre longuement débattre des causes de cette désaffection et des outils de remédiation. L'enjeu est alors (le même qu'en) politique : si l'objectif à atteindre est largement partagé, les moyens qu'on se donne pour y parvenir divisent profondément.

À propos de la désaffection et de la difficulté perçue par les élèves, notre propos n'est pas de discuter d'éventuelles causes externes à l'enseignement de la discipline (éventuelle « baisse de niveau générale », perte du goût de l'effort, image négative de la science dans la société actuelle, filières peu lucratives comparées à d'autres...). Les points de vue proposés ici (étayés par la recherche et par notre expérience) portent sur l'enseignement de la physique et de la chimie. Ils concernent une intervention éventuelle sur les contenus d'enseignement, les commentaires de programme, les documents d'accompagnement, et ceci à partir de considérations sur les élèves actuels. La massification de l'enseignement est un fait donné et transforme en banalité l'affirmation selon laquelle le public des lycées a considérablement changé en deux ou trois décennies. Il n'est pas du tout dans notre propos de mettre en cause cette massification mais au contraire d'en prendre acte pour l'enseignement de notre discipline.

## **NOTRE POINT DE VUE SUR L'ENSEIGNEMENT ET L'APPRENTISSAGE DE LA PHYSIQUE**

Nous citons, pour résumer de façon très simplifiée nos réflexions, trois points de vue essentiels pour le travail de notre groupe. Pour plus de détails et pour obtenir un argumentaire de ces points de vue, on pourra se reporter à deux articles parus dans le bulletin « Le BUP physique-chimie ».

- ◆ L'enseignant a tout intérêt à prendre conscience le plus possible du point de vue de l'élève. Il s'agit d'essayer de se mettre à sa place en tenant compte de ce qu'il sait déjà et en cherchant à prévoir quelles seront ses réactions dans une situation donnée. Cela exige de l'enseignant qu'il fasse un pas de côté par rapport à l'édifice bien construit de son savoir disciplinaire ; c'est souvent un profond changement pour lui. C'est un passage essentiel pour motiver l'élève en obtenant son adhésion par une démarche qui l'implique réellement pour construire de nouveaux savoirs et les faire fonctionner. Ceci peut prendre la forme de la démarche d'investigation réclamée par J.-P. SARMANT dans un récent texte sur l'enseignement des sciences au collège (diffusé au moins auprès des membres du conseil de l'UdPPC). Nous ne voyons pas pourquoi les arguments qu'il avance ne seraient plus valables au lycée.

*Extrait du texte de J.-P. SARMANT*

### **Privilégier, chaque fois que c'est possible, une démarche d'investigation**

L'investigation signifie un changement profond de méthode pédagogique, une rupture avec une pratique encore trop fréquente, celle de l'enseignement dit « frontal » : le cours magistral où le professeur expose une vérité structurée et indiscutable. Il est désormais reconnu

préférable d'impliquer les élèves dans le travail mené en classe et de les associer à la construction du savoir.

L'objectif reste l'élaboration d'une représentation rationnelle de la matière et du vivant. La démarche d'investigation suscite plus facilement la curiosité des élèves en s'appuyant sur leur questionnement par rapport au monde réel et en développant une analyse raisonnée des phénomènes.

- ◆ En corollaire du point précédent, il peut être pertinent de distinguer les connaissances de la physique et de la chimie des connaissances du quotidien. Ceci permet à l'élève de faire le bilan de ce qu'il sait et d'apprécier le chemin que lui fait parcourir la discipline pour comprendre, analyser, prévoir les situations matérielles proposées. Il est ainsi capable de comprendre ce qu'on lui demande et en quoi consiste l'activité scientifique visée au lycée.
- ◆ Enfin, pour diminuer l'arbitraire souvent ressenti par les élèves face à notre discipline, il nous paraît essentiel de porter un discours sur le fonctionnement de la physique et de la chimie, en s'appuyant sur la propre démarche de l'élève au cours de son apprentissage. Ceci peut par exemple consister à expliciter la démarche de modélisation que l'on demande à l'élève. De plus, un tel enseignement contribuerait bien évidemment à former le citoyen pour qu'il connaisse mieux les objets d'étude et les méthodes de la science, pour qu'il soit plus à même d'en décrypter les résultats. Comme le dit J.-P. SARMANT « *Il pourra alors influencer sur les décisions au lieu se fier aveuglément aux seuls spécialistes. Si l'école ne remplit pas correctement cette mission, les médias s'en empareront, avec tous les risques de dérive qu'on peut imaginer* ».

## NOS PROPOSITIONS

Comme chacun peut le voir, il y a encore un fossé entre ce que nous proposons et les programmes et recommandations officiels, même si, encore une fois, quelques recommandations positives ont été faites récemment dans les préambules de programme. Si nous voulons (comme c'est le cas actuellement y compris en terminale), par touches successives, mettre en œuvre certaines de ces démarches d'enseignement avec les programmes actuels, notre expérience prouve que les contenus à enseigner sont beaucoup trop importants, en particulier en physique. Mettre en œuvre une démarche d'investigation, de questionnement, de dialogue entre élèves, expliciter les démarches de modélisation demandées aux élèves, porter un discours sur les différences entre point de vue de la vie de tous les jours et point de vue de la physique demande beaucoup de temps, temps qui n'est pour l'instant jamais pris en compte dans les textes officiels. Car même si le travail « par activité » a été récemment préconisé, quel enseignant, parmi ceux ayant pratiqué les activités proposées dans les documents d'accompagnement ou les manuels scolaires, peut affirmer qu'il est possible de laisser, au cours de ces activités, du temps pour le questionnement, le tâtonnement, la réflexion sur la façon dont s'articulent les savoirs ?

La culture du « zapping » souvent reprochée aux élèves devient alors en parfaite

adéquation avec ce qu'ils vivent en classe de physique et chimie. Nous sommes donc conduits à faire vivre contre notre gré cette culture du superficiel, du survolé et de la recette clé en main. Même un enseignement « frontal » (cours magistral, exercices, TP suivant le cours) semble peu compatible avec le volume actuel des contenus à enseigner. Pour un enseignant s'adressant à un élève « moyen » de terminale S, le seul moyen de couvrir le programme dans de bonnes conditions est sans doute alors de se concentrer sur l'apprentissage de recettes permettant d'obtenir une note honorable au baccalauréat, sans forcément faire comprendre comment fonctionnent les concepts en œuvre dans cette recette, et en ayant encore moins fait acquérir quelques idées valides sur la façon dont fonctionne la discipline.

En empêchant ainsi les élèves d'apprendre intelligemment, en les forçant à apprendre sans comprendre, on arrive au résultat actuel et qui perdure : on dégoûte à jamais une bonne partie d'entre eux. Il ne semble pas étonnant, dans ces conditions, que 77 % des collègues ayant répondu au questionnaire de l'UdPPC sans forcément partager nos points de vue sur l'enseignement, considèrent que le programme de terminale S est trop long en physique.

Il nous semble que l'UdPPC devrait pouvoir s'appuyer sur un tel chiffre pour non seulement réclamer une suppression de certaines parties du programme de physique, mais aussi pour poursuivre sa réflexion sur les nouveaux types de contenus (par exemple *qu'est-ce qu'un modèle, qu'est-ce qu'une vérification expérimentale, qu'est-ce qu'une prévision, les dangers de l'inductivisme...*) et sur les méthodes pédagogiques à favoriser, privilégiant la qualité de la compréhension plutôt que la quantité des domaines sur lesquels l'élève est capable de résoudre des exercices en connaissant telle ou telle formule. Un éventuel allègement ne devrait en aucun cas être vu comme un renoncement devant une hypothétique baisse du niveau des élèves (une sorte d'adaptation à la « médiocrité » du niveau) mais au contraire comme un des moyens de relever le niveau de compréhension et donc d'exigence (y compris à l'examen), même si ceci doit se faire au détriment du nombre de thèmes abordés.

Nous ne souhaitons pas, comme c'est régulièrement le cas au lycée, un « saupoudrage » d'allègements (un peu dans chaque partie) qui fait perdre la cohérence des contenus enseignés. Il nous semble indispensable d'ôter soit une partie soit quelques chapitres.

Il est bien évident que nos propositions sont un aménagement à partir du programme actuel qui n'a pas forcément été pensé dès sa conception avec les soucis détaillés précédemment. Les propositions partent donc bien évidemment des contenus actuels, sans ajouter de nouvelles compétences et savoir-faire exigibles. Au-delà d'éventuels allègements de programme, ces propositions pourraient contribuer à la réflexion sur les programmes à venir.

La fourchette basse de l'allègement mériterait d'être comprise de notre point de vue entre le quart et le tiers des contenus actuels. Sur l'équivalent de quinze semaines de physique (13 TP et 50 HCE), c'est donc l'équivalent de quatre ou cinq semaines environ qu'il faudrait supprimer (et remplacer par des recommandations et des exigences accrues au sujet de la compréhension des phénomènes étudiés dans les parties non supprimées).

Nous proposons ci-après quelques commentaires sur chacune des parties avant d'en déduire quelques propositions concrètes.

### **Partie A : Propagation d'une onde ; ondes progressives**

Cette partie nous semble très bien fonctionner et motiver les élèves lorsqu'il s'agit de modéliser et de mener une démarche de recherche. Le peu de formalisme permet d'une part de se concentrer sur la compréhension des phénomènes et d'autre part de ne pas rebuter dès le début d'année les élèves actuels avec un formalisme souvent repoussoir. Cette partie permet de plus de porter un discours sur le fonctionnement de la physique : le physicien a créé un concept unique (celui d'onde) pour décrire des phénomènes qui semblent de prime abord n'avoir rien de commun. Cette nouvelle phénoménologie se construit à partir de résultats obtenus pour un type d'onde donné, mais transférables (moyennant éventuellement quelques aménagements) à d'autres types d'ondes. Au-delà, ceci permet de proposer des outils conceptuels de base pour décrire toute dépendance spatio-temporelle, ce qui reste fondamental en physique.

Les recours à la perception visuelle sont relativement nombreux (corde, ressort, ondes à la surface d'un liquide) et les phénomènes trop rapides pour être observés à l'œil nu permettent de justifier l'apport de la simulation, en particulier pour bien distinguer période temporelle et période spatiale. Avec de telles simulations, les élèves peuvent trouver eux-mêmes la relation entre longueur d'onde et période, en donnant ainsi du sens à cette relation. On ne peut que regretter que cette relation semble « tomber du ciel » dans le programme.

Enfin, les retombées (même incomplètes) pour la compréhension de phénomènes courants sont nombreuses (sur le son, sur les phénomènes de diffraction et dispersion...). Ce qui précède reste d'ailleurs vrai pour la partie sur les sons de l'enseignement de spécialité qui s'appuie sur cette partie A de l'enseignement obligatoire. En conséquence, nous proposons de ne pas toucher à cette partie.

### **Partie B : Transformations nucléaires (équivalent de deux semaines)**

La cohérence du programme et la poursuite d'études supérieures ne nous sembleraient pas en péril si l'on supprimait cette partie. L'argument de la formation du citoyen est tout à fait valide (à condition qu'on inclue alors un chapitre sur les risques liés aux transformations nucléaires), mais cet argument vaut surtout lorsqu'on sait s'adresser à un public qui très majoritairement ne poursuivra pas d'études scientifiques, ce qui n'est pas le cas en terminale S.

Pour cette partie, le recours à l'expérience est évidemment très pauvre (sans parler du recours aux sens...). Si le formalisme de la loi de décroissance est pertinent au regard de la confrontation qu'il permet avec d'autres thèmes au programme, le second volet de cette partie (noyaux, masse, énergie) paraît très théorique, abstrait et finalement réduit à l'apprentissage de « recettes » donnant lieu à ne nombreux calculs numériques. Nous proposerions donc de supprimer au moins ce second volet de la partie B.

### **Partie C : Évolutions des systèmes électriques (équivalent de trois semaines)**

Compte tenu du peu de suppressions proposées dans les parties précédentes, il s'agit donc de faire des choix : privilégier l'électricité ou la mécanique. Nous optons pour la mécanique, en fournissant les arguments qui suivent.

La poursuite d'études dans le supérieur (même maintenant bien évidemment à ce niveau une bonne d'électricité) ne nous semblerait pas mise en péril si l'on supprimait la partie C. L'abandon de l'électricité en terminale terminerait l'évolution lente constatée depuis quelques années et aurait l'avantage de permettre aux élèves poursuivant des études supérieures en science de construire quasiment entièrement les connaissances et méthodes du domaine dans le supérieur. Quant à la formation du citoyen, elle ne pâtirait pas de cette absence, si l'on considère que les compétences « électriques » nécessaires à un usage efficace et sûr des appareils électriques domestiques sont celles qui sont sensées être acquises en fin de collège. Nous savons bien que cette proposition sera très loin de faire consensus... Bon nombre de nos collègues pensent que faire de la physique nécessite de faire de l'électricité. Et que deviendrait ce si coûteux matériel qui remplit les laboratoires des lycées ? Tel n'est pas notre point de vue. Augmenter l'intérêt pour la physique et son apprentissage peut très bien se faire sans l'électricité. En effet, nous considérons que cet intérêt est renforcé par les liens explicites entre ce qui est directement observable (et pas seulement par la vue) et des modèles explicatifs ; l'électricité n'est pas le meilleur des thèmes à aborder pour faire ce type de liens. Quelles autres perceptions que celles de valeurs numériques ou de courbes à l'oscilloscope auxquelles l'élève ne pourra attribuer du sens que lorsqu'il aura perçu et le principe de fonctionnement de ces appareils et l'intérêt de chacune des grandeurs physiques mesurées pour décrire les systèmes électriques. Bref, si l'électricité permet de faire de beaux TP, elle ne permet pas forcément aux élèves de faire de la « bonne » physique puisque les allers-retours entre les modèles en jeu et les observations sont relativement rares (mesurer une tension n'est pas pour nous une observation au sens où cette mesure ne prend sens que si on a déjà construit le concept de tension électrique en percevant en particulier sa pertinence pour étudier les systèmes électriques). Cette difficulté à établir des liens entre des perceptions (très instrumentalisées) et des éléments de modèle est parfois résumée par ce jugement des élèves : « l'électricité c'est trop abstrait ».

Nous avons bien conscience également que cette partie a le grand intérêt de présenter un formalisme commun avec celui qu'on rencontre un peu plus tard dans l'année en mécanique (et également pour la désintégration radioactive). Ceci est manifestement un atout qui serait perdu par la suppression de cette partie mais là encore, cette mise en relation de phénomènes très différents régis par des équations différentielles de même nature nécessite un temps d'enseignement long qui n'a jamais été chiffré dans le programme.

Enfin, il est bien évident qu'une telle suppression ne serait pas sans conséquence sur le programme de spécialité puisque certaines des compétences en jeu sont nécessaires

pour la partie sur la communication par ondes électromagnétiques (l'enseignement de spécialité pourrait alors prendre en charge ces quelques rares compétences nécessaires, à condition d'alléger par ailleurs le programme de spécialité). En conséquence, nous proposerions de supprimer la partie C.

### **Partie D : Évolution temporelle des systèmes mécaniques**

Cette partie nous semble la plus propice à mettre en œuvre nos choix d'enseignement. Le recours à l'observation est riche, la démarche de modélisation peut être explicitée de façon très fructueuse. Mais il serait là encore souhaitable de quasiment doubler le temps consacré à cette partie. Par exemple, il ne serait pas scandaleux de passer une séance de deux heures sur la construction du concept d'accélération, la justification de ce concept pour décrire des mouvements, et les différences avec l'accélération dans la vie de tous les jours. Où est-il recommandé de mener ce type d'activités ? Si la recommandation est implicite, quelle est la durée recommandée pour le faire ?

On pourrait par contre supprimer le chapitre 5 de cette partie (*L'atome et la mécanique de Newton : ouverture au monde quantique*) pour lequel le recours à l'observation et à la perception est délicat et qui semble très abstrait pour les élèves (en renforçant là aussi le côté « recettes à apprendre pour résoudre les exercices »). Nous proposerions de ne rien supprimer de la partie D, hormis le cinquième volet.

### **LES BORNES MARGINALES (ET MARGINALISÉES)**

Nous entendons par là l'introduction (1TP) et la partie E (2 HCE) (équivalents à eux deux d'une semaine), déjà largement escamotés. Comment, dans l'état actuel des choses, ne pas officialiser une suppression qui a très souvent lieu de fait ?

Ce sont pourtant ces types de contenus qui devraient être renforcés, pas forcément en tant que blocs de contenus mais supportés par un sujet donné (c'est au cours de l'enseignement de la mécanique qu'on va faire des liens avec les évolutions temporelles de la désintégration radioactives par exemple).

Comment mieux décrédibiliser et dévaloriser ce type de contenus, en terminale, qu'en n'y affectant strictement aucune compétence exigible ? C'est lorsqu'on exigera des élèves des connaissances sur la façon dont fonctionne la physique, sur ses méthodes, ses outils et sa cohérence (et donc lorsqu'on posera des questions sur ces sujets au baccalauréat) que des parties de ce type deviendront autre chose que des alibis.

*Le groupe SESAMES (Situations d'enseignement scientifique : activités de modélisation, d'évaluation, de simulation) est un groupe de recherche-développement composé de douze enseignants (exerçant au lycée dans l'académie de Lyon et de Versailles) et de quatre chercheurs en didactique des sciences. Il est financé par l'INRP (Institut national de recherche pédagogique). Ce groupe travaille à l'élaboration de documents d'ensei-*

*gnement de la physique et de la chimie au lycée. L'enseignement proposé suppose que l'essentiel du temps soit consacré à des activités de réflexion en petits groupes sur des situations concrètes. Ces travaux suscitent le besoin d'utilisation, par les élèves, des concepts et des outils de la physique et de la chimie, et les aident à maîtriser ces concepts. Tous les documents élaborés sont disponibles sur le site de l'académie de Lyon : <http://www2.ac-lyon.fr/enseigne/physique/>*