

ENSEIGNER LA NATURE DE LA PHYSIQUE ET SON FONCTIONNEMENT AU LYCEE

Didier Coince : enseignant à Oullins (69), détaché à mi-temps au près de l'INRP

Jacques Vince : enseignant à Lyon (69), détaché à mi-temps au près de l'INRP

Andrée Tiberghien : Directrice de recherche CNRS, UMR ICAR Université Lyon2

INTRODUCTION

Les réflexions sur le fonctionnement de la physique et ses méthodes sont souvent évoquées dans les textes officiels mais n'acquièrent jamais le statut de connaissances à maîtriser. Elles peuvent pourtant être abordées même modestement avec des élèves au cours de leur apprentissage de la physique. En tentant de légitimer en partie les concepts et méthodes utilisées en physique, nous pouvons ainsi leur faire réaliser que la physique n'est pas si arbitraire qu'ils le croient et les aider à mieux cerner ce que l'enseignant attend d'eux. Nous proposons cette approche pour l'ensemble des contenus de lycée [1] et plus spécifiquement en classe de seconde générale sur la partie intitulée « Exploration de l'espace » dans le respect des directives fixées par le BOEN.

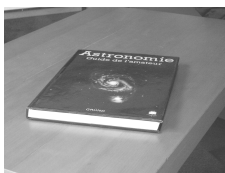
1. POURQUOI ENSEIGNER AU LYCÉE LA NATURE DE LA PHYSIQUE ET SON FONCTIONNEMENT ?

"Faire de la physique" consiste essentiellement à modéliser : nous précisons ci-dessous ce que cela signifie et comment nous l'explicitons aux élèves. Certains travaux de recherche en didactique (réf) tendent également à montrer que c'est spécifiquement cette activité de modélisation qui est particulièrement difficile pour les élèves.

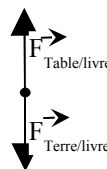
1.1 L'activité de modélisation au cœur de la physique

L'activité de modélisation est considérée, entre autres par les programmes [2], comme le fondement de notre discipline. L'une des caractéristiques essentielles de la physique enseignée est en effet de proposer des théories et des modèles qui permettent d'analyser ou d'interpréter les situations matérielles, ou de prévoir leur évolution. Pour y parvenir, il faut souvent simplifier, idéaliser, modéliser la situation expérimentale, même lorsqu'elle est élémentaire. Rendre explicite ces démarches effectuées par le physicien peut permettre à l'élève de percevoir progressivement comment fonctionne cette discipline. Il est important dans cette démarche d'effectuer une séparation entre les objets et événements (situations matérielles) observés ou étudiés et les modèles et théories développées en physique pour interpréter la situation.

Prenons comme exemple le cas élémentaire mais néanmoins classique étudié en physique en fin de collège et début de lycée : un objet (par exemple un livre) posé sur une table. Ce livre est soumis à l'action de la Terre qui l'attire et à l'action de la table qui le retient. Pour analyser cette situation matérielle, le physicien représente (modélise) l'objet par un point et modélise les actions de la Terre et de la table sur le livre par des vecteurs forces. Le point, les vecteurs forces sont dans le monde des modèles et le physicien, pour interpréter la situation, va faire appel à des théories (lois de Newton par exemple). Le physicien est donc passé de l'observation d'un événement réel à une modélisation respectant des codes en lien avec les théories utilisées. Il met ainsi en relation un monde matériel constitué d'objets et d'événements avec un monde constitué de modèles et de théories. [3]



*Situation matérielle
(Monde des objets et événements)*



*Modélisation de la situation
(Monde des théories et des modèles)*

1.2 Expliciter à l'élève les choix et les démarches des physiciens et des enseignants.

Cet objectif majeur de l'enseignement de la physique (apprendre à modéliser) a évidemment une certaine légitimité mais est une source de déstabilisation des élèves. Les modèles dont l'apprentissage est visé orientent totalement le choix des situations (souvent très artificielles pour diminuer l'écart avec le modèle¹) mais aussi les questions posées et la manière d'y répondre. Le décalage entre le traitement d'une situation donnée que ferait spontanément un élève et celle qu'en fait le professeur peut être une source importante de démotivation et d'échec. Il n'est évidemment pas question ici de remettre en cause cet objectif. Au contraire, nous pensons qu'il faut davantage l'explicitier aux élèves. Accorder une telle importance explicite à la modélisation présente plusieurs avantages, aussi bien pour l'élève que pour l'enseignant.

- Des avantages pour l'élève.
 - Cette démarche permet souvent de diminuer l'arbitraire ressenti par les élèves en leur explicitant les démarches et objectifs des physiciens ; il est ainsi possible de justifier aux élèves que l'analyse de l'immobilité du livre en terme de forces n'est pas intéressante pour elle-même et ne correspond pas à une question que l'on se poserait dans la vie quotidienne pour cette situation ; en revanche elle est un moyen d'utiliser des concepts qui auront une fonctionnalité

¹ Tout ancien élève se souvient des "drôles" d'objets de l'enseignant de sciences physiques qui renforcent l'idée d'une discipline paradoxalement coupée du réel : table à cousin d'air, dynamomètre, prisme, échelle de perroquet...

plus grande sur des situations plus complexes dans la classe (des situations de mouvement par exemple) mais aussi pour certains professionnels (la construction d'un pont par exemple) ;

- On peut aussi utiliser cette explicitation de l'activité de modélisation pour justifier, le plus souvent après coup, tous les choix faits et précautions prises par l'enseignant pour concevoir le dispositif d'étude et les tâches qui l'accompagnent. Par exemple, lors de l'étude du pendule (fil au bout duquel est accrochée une masse), ce qui est présenté à l'élève est un dispositif construit pour s'approcher au mieux du champ de validité du modèle du *pendule simple* : masse quasiment intégralement à l'extrémité, fil inextensible, rapporteur fixé pour repérer l'angle, angle pas trop grand... Tout ceci reste très arbitraire pour l'élève s'il n'a pas l'occasion de comprendre (même après coup) pourquoi on a étudié une telle situation déjà très "épurée", ce qui posera la question du champ de validité du modèle. L'arbitraire ressenti par l'élève est souvent renforcé par ces montages « clés en main » proposés par les fournisseurs de matériel pédagogique. Ces montages mettent l'accent sur les éléments pertinents pour le modèle, ignorés de l'élève, en gommant ainsi ce qui est "accessoire" pour gagner du temps et éviter le tâtonnement.
- Enfin, cela permet de faire prendre conscience à l'élève que décrire la situation de cette façon est une démarche intellectuelle qui n'est ni simple ni naturelle pour lui, mais qui peut s'avérer très utile pour analyser, expliquer ou prévoir ; cela lui permet aussi d'apprendre à choisir parmi plusieurs modèles disponible en fonction du problème posé. Par exemple l'interprétation du mouvement de Mercure nécessite l'utilisation du modèle d'Einstein au détriment de celui de Newton., même si ce dernier reste pertinent pour de nombreuses situations. Dans un autre domaine, le modèle électrocinétique n'est d'aucun secours pour interpréter l'usure d'une pile alimentant une ampoule.
- Des avantages pour l'enseignant.

En gardant à l'esprit cette démarche, l'enseignant prend conscience des difficultés que l'élève risque de rencontrer et peut les anticiper : la plupart des difficultés interviennent justement lors du passage des événements aux modèles ou l'inverse. Il convient alors de prendre en charge en tant que telles ces phases délicates parfois shuntées : par exemple aborder une situation matérielle "en physicien" nécessite souvent un (ré-)apprentissage du sens des termes utilisés pour décrire la situation (le livre est vu comme *immobile* en physique alors que ce terme est généralement utilisé dans la vie courante pour des objets sensés bouger...).

2. COMMENT LES ÉLÈVES RÉAGISSENT-ILS ?

Nous débutons notre progression annuelle de 2nde par un questionnaire sur les objectifs et les propriétés de la physique, qui constitue une partie d'un questionnaire plus général proposé aux enseignants de sciences physiques [4]. Nous donnons ici quelques résultats issus des réponses de 324 élèves et d'environ 200 enseignants.

Dans un premier temps, c'est la grande concordance des réponses des enseignants et des élèves qui nous a paru le plus remarquable. L'opinion moyenne des élèves est souvent très proche des enseignants sur les objectifs de la physique et sur ce en quoi consiste « faire de la physique ». Elèves et professeurs pensent que *La physique a pour objectif de faire de nouvelles découvertes sur le monde qui nous entoure* et que *La physique est une science qui peut remettre en cause ses propres théories* mais sont divisés sur le fait que *La physique a pour objectif de faire de ce monde un meilleur endroit pour vivre*. Concernant la modélisation, les deux définitions choisies principalement (parmi 5 propositions) par les élèves pour définir ce qu'est un modèle sont *Une façon de décrire quelque chose de réel à l'aide d'éléments théoriques* et *Une représentation du réel à l'aide de schémas et de formules*.

Nous pouvons enfin citer une dernière observation. À la fin de la première partie de seconde, lorsque nous abordons la loi de la réfraction de Descartes en exposant les modèles proposés par divers scientifiques (Kepler, Descartes, Grossetête), les élèves ont assez facilement rattaché cette démarche au texte historique évoqué lors d'une activité faite plusieurs semaines auparavant relative aux modèles de Newton et d'Einstein. Les notions d'évolution des modèles, d'existence de plusieurs modèles pour un même phénomène, de champ de validité ne semblent donc pas constituer des difficultés insurmontables en seconde et peuvent être comprises, au moins partiellement, dès le début de l'année et réinvesties à plusieurs reprises.

CONCLUSION

La portée de l'enseignement que nous avons esquissé ici dépasse le cadre des programmes actuellement en vigueur car celui-ci concerne la nature même de notre discipline. Nous pensons que les orientations futures au sujet de l'enseignement des sciences conduiront à mettre l'accent sur des savoirs "méthodologiques" (au sens des méthodes utilisées en sciences) autant que "disciplinaires" (au sens des savoirs précis sur tel ou tel sujet). La démarche que nous proposons, en mettant l'accent sur la nature et le fonctionnement de la physique plus que sur un thème classique de la physique est donc appelée à acquérir une certaine pérennité au-delà des changements de programmes. La certitude que nos élèves sont capables de comprendre le fonctionnement de notre discipline si nous prenons le temps de le leur expliciter doit nous encourager à avoir cette démarche en permanence à l'esprit. Ceci doit nous permettre de faire allusion à ces éléments de connaissances dès que possible avec les élèves, quel que soit le sujet.

[1] <http://www2.ac-lyon.fr/enseigne/physique/sesames/>

[2] BOEN HS n°2 du 30 Aout 2001

[3] Gaidoz P., Vince J. et Tiberghien A. Aider l'élève à comprendre la physique et son articulation avec la vie quotidienne. BUP, juillet/août/septembre 2004, vol. 98, n°866, p1029-1042

[4] http://enquetes.inrp.fr/sesames_enquete/sesames.htm