

Un outil d'enseignement privilégiant la modélisation⁽¹⁾

par **Pierre GAIDIOZ**

Lycée Branly - 69005 Lyon

pierre.gaidioz@ac-lyon.fr

et **Andrée TIBERGHIE**

Directrice de recherche CNRS

GRIC-COAST - Université Lyon 2

andree.tiberghien@univ-lyon2.fr

RÉSUMÉ

Parmi les raisons qui éloignent les élèves des filières scientifiques, certaines sont du ressort des professeurs comme l'intérêt que les élèves peuvent porter à la physique ou à la chimie qui leur est proposée. Nous considérons pour notre part que trop d'élèves se détournent de ces disciplines parce qu'elles les déroutent et leur paraissent trop difficiles. Cet article propose quelques raisons pour lesquelles les élèves sont déroutés et envisage quelques solutions à partir d'une analyse des savoirs mis en jeu dans l'enseignement et d'hypothèses sur le fonctionnement de l'élève. Notre proposition se fonde sur les choix suivants :

- ◆ *enseigner le fonctionnement de la physique et de la chimie du point de vue de la modélisation ;*
- ◆ *distinguer les connaissances de la physique et de la chimie des connaissances du quotidien ;*
- ◆ *prendre en compte les connaissances préalables de l'élève.*

Pour que l'enseignant puisse faire siens les choix précédents, nous les avons traduits sous la forme d'un tableau. L'objet de cet article est de construire progressivement ce tableau.

INTRODUCTION

Les programmes qui viennent de se mettre en place dans l'enseignement secondaire

(1) Cet article est une contribution d'un groupe de recherche-développement de l'académie de Lyon (groupe « Outils »), soutenu et financé par l'INRP [1]. Ce groupe a réuni pendant trois ans des chercheurs en didactique et des enseignants.

PRATIQUES PÉDAGOGIQUES – PRATIQUES PÉDAGOGIQUES – PRATIQUE

requièrent de la part des enseignants non seulement de se pencher sur de nouveaux contenus, mais aussi de repenser les méthodes d'enseignement. Les manuels scolaires, les documents d'accompagnement, de nombreux sites Internet regorgent d'idées d'expériences et d'activités, mais quel outil a-t-on donné aux professeurs pour qu'ils analysent *a priori* la pertinence d'une de ces activités du point de vue de leurs élèves ? Les enjeux dépassent largement la satisfaction d'un cours bien fait ou d'une classe bien disciplinée. L'attrait pour les filières scientifiques diminue à l'entrée de l'enseignement supérieur (– 52 % entre 1994 et 1999) et l'on craint de ne plus pouvoir disposer de candidats en nombre suffisant pour alimenter les besoins en ingénieurs dans les prochaines années⁽²⁾. Il est vital de dynamiser les filières scientifiques et technologiques du lycée afin que nos élèves y trouvent suffisamment d'intérêt pour qu'ils les choisissent après le baccalauréat.

Il est probable que les élèves se détournent de la physique et de la chimie en particulier parce que ces disciplines les déroutent. Il faut donc en trouver la raison et tenter d'y remédier⁽³⁾. C'est alors que les initiatives prises ces dernières années (recherche de contenus motivants, importance grandissante des TP, renouvellement du matériel, recours aux TICE (Technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement), mise en place des TPE (Travaux personnels encadrés), de l'enseignement de spécialité, des options IESP (Informatique et électronique en sciences physiques) puis MPI (Mesures physiques et informatique), etc.) pourront avoir un effet bénéfique. Cet article propose une analyse des raisons pour lesquelles la physique et la chimie enseignées déroutent l'élève et propose une réponse qui implique l'enseignant.

1. POURQUOI L'ÉLÈVE EST-IL DÉROUÉ ?

De notre point de vue, l'élève est dérouté par la physique et la chimie enseignées parce que la nature des questions soulevées dans ces deux disciplines et les réponses données par l'enseignant sont, le plus souvent, éloignées des questions que se pose l'élève et de la façon dont il y répondrait. Ce point de vue est étayé, en particulier par les travaux de recherche sur les conceptions. Parmi d'autres travaux éclairant ce point de vue, celui de COBERN ([2], p. 99) a montré que lorsque des élèves de troisième et des enseignants avaient l'opportunité de parler librement sur la nature, « les élèves évoquent de nombreuses idées. La science est seulement l'une de ces nombreuses idées et elle n'est même pas toujours mentionnée. En revanche, les entretiens avec les professeurs de sciences montrent que les professeurs vont presque immédiatement parler de sciences ».

(2) M. le Doyen Claude BOICHOT, a exprimé cette inquiétude lors des « Journées nationales d'information et d'animation sur les programmes de physique et de chimie du cycle terminal » des 8 et 9 mars 2001.

(3) Une autre raison concerne les difficultés qu'éprouvent les élèves. Nous ne développerons pas ce point ici mais la longueur excessive des programmes suffit à s'en faire une idée. Cette longueur apparaît avec un seul chiffre. Les précédents programmes ont dû subir un allègement de 30 à 40 %. Il en sera probablement de même pour les programmes en cours.

PRATIQUES PÉDAGOGIQUES – PRATIQUES PÉDAGOGIQUES – PRATIQUE

En réfléchissant à notre façon d'enseigner, nous avons constaté que notre démarche était implicitement dictée par les modèles de la physique et de la chimie. Les modèles orientent l'enseignement, la manipulation des questions posées et la manière d'y répondre. L'élève, qui n'a pas encore assimilé les modèles a toutes les chances de trouver étranges les activités et le cheminement proposés.

Prenons l'exemple d'un objet posé sur une table et pensons à la distance qui sépare cette situation familière, qui relève de l'évidence, de la façon dont on la modélise en classes de seconde et de première. L'objet est modélisé par un point et les actions de la Terre et de la table, supposées de même intensité sont représentées par des vecteurs. Si on ne prend pas le temps d'explicitier les raisons pour lesquelles la physique procède ainsi, si on n'aide pas l'élève à prendre conscience de ce qu'on perd et ce qu'on gagne à reconstruire la situation et à la modéliser de cette façon, on a toutes les chances de le déconcerter. Il peut d'autant plus être dérouteré que le professeur présente comme allant de soi cette façon de rendre compte de la situation. Nous avons filmé et enregistré des élèves de seconde en train d'analyser cette situation. Les questions qu'ils se posent et leurs hésitations donnent une idée de la distance qui sépare leurs points de vue de celui du professeur. Pour l'élève, cette différence entre l'interprétation du professeur et la sienne ou l'absence de réponse aux questions qu'il se pose peut se solder par une sensation d'impuissance et d'échec lorsque se répètent les occasions où il se montre incapable de trouver la réponse qu'attend le professeur.

De même en chimie, lorsque l'on propose à un élève de début de Seconde une situation où deux liquides sont chauffés et qu'il en résulte en particulier la formation d'eau⁽⁴⁾, on le place face à une situation où il ne peut rien dire s'il n'a pas le modèle de la transformation chimique⁽⁵⁾. Pour le professeur, il est évident que la situation met en jeu une transformation chimique, pour l'élève, ça l'est bien moins. Et quand bien même ce dernier penserait à une transformation chimique, cela pourrait être avec des arguments non recevables par le professeur comme par exemple, « c'est une transformation chimique puisque l'on chauffe le mélange » [3].

Nous pensons que pour éviter de mettre l'élève dans de telles situations, il sera sans doute nécessaire d'évoquer explicitement la notion de modèle et celle de son champ de validité ainsi que, quand cela est approprié, les raisons et les conséquences du choix du modèle par rapport à une question donnée. Par exemple, dans le cas du programme actuel, pour minimiser aux yeux des élèves l'aspect arbitraire, il faudrait expliciter :

- ◆ le champ de validité du modèle des lentilles minces, ce qui contribuerait à donner du sens au modèle ;

(4) Il s'agissait d'une estérification.

(5) Pour nous, le modèle de la transformation chimique doit au moins contenir le fait qu'une nouvelle espèce chimique est apparu ou qu'une espèce chimique a disparu.

PRATIQUES PÉDAGOGIQUES – PRATIQUES PÉDAGOGIQUES – PRATIQUE

- ◆ qu'une même situation matérielle (pile / moteur par exemple) peut être analysée en termes de « Forces et mouvements » ou en termes de « Travail mécanique et énergie » (sans même parler de l'analyse électrique) ce qui permettrait d'aborder la question du choix du modèle.

Ainsi, il sera nécessaire de donner aux élèves des éléments de réflexion sur les activités de modélisation en physique et surtout de faire de tous ces points des objets d'enseignement, d'abord, et d'évaluation ensuite, notamment au baccalauréat.

2. QUELLE PHYSIQUE ET QUELLE CHIMIE ENSEIGNER ?

Nous considérons que la modélisation est le fonctionnement essentiel de la physique et de la chimie savantes et qu'une certaine forme de modélisation devait aussi être essentielle dans la physique et la chimie enseignées⁽⁶⁾. Ceci est en accord avec la perspective du programme : « cette activité de modélisation, difficile quel que soit le niveau considéré, est au cœur des sciences expérimentales » [4]. Nous avons repris ce choix à notre compte parce qu'il donne des pistes de réponses aux questions de l'élève et surtout suggère des propositions d'actions. En choisissant d'explicitier la modélisation à l'élève, on lui permet de se faire une idée du fonctionnement de la physique et de la chimie. Il dispose ainsi des repères minimaux lui permettant de découvrir ces disciplines sans qu'elles lui paraissent trop arbitraires. C'est en disposant de ces repères que l'élève pourrait surmonter quelques-unes de ses difficultés. L'opération de modélisation nécessite d'établir des relations entre des faits expérimentaux et des théories ; ces mises en relations sont indispensables à un bon apprentissage de la physique et de la chimie. En effet, c'est grâce à elles que l'élève donne du sens aux modèles. Or, la recherche a montré qu'une des difficultés majeures que rencontre l'élève réside précisément dans ce type d'opérations de mise en relation [5 à 7].

2.1. Analyse du savoir enseigné en relation avec le fonctionnement de l'élève

Nous avons considéré que l'une des clefs de la motivation d'un élève et de sa réussite en sciences physiques consiste à lui permettre de prendre conscience de la démarche proposée dans l'analyse d'une situation expérimentale (pour l'interpréter ou pour en prévoir l'évolution) ainsi que de prendre conscience de sa propre démarche⁽⁷⁾. Pour percevoir ce qu'il y a de fondamental dans cette démarche, il est nécessaire de tenir compte de la façon dont la physique et la chimie procèdent du point de vue de la modélisation.

(6) Ce choix est fait par un certain nombre de recherches didactiques en France mais aussi au niveau international.

(7) D'autres choix d'enseignement peuvent bien sûr conduire à mettre l'accent sur des démarches différentes : par exemple on peut viser à ce que l'élève prenne conscience des stratégies de résolution de problèmes.

PRATIQUES PÉDAGOGIQUES – PRATIQUES PÉDAGOGIQUES – PRATIQUE

2.1.1. La modélisation en physique et en chimie dans l'enseignement

L'une des caractéristiques essentielles de ces disciplines enseignées est de proposer des théories et des modèles qui permettent d'analyser ou d'interpréter des situations matérielles et qui constituent leur champ de validité ; dans certains cas ils permettent aussi de faire des prévisions de certains événements. Pour y parvenir, le physicien doit souvent simplifier, idéaliser, modéliser la situation expérimentale, même lorsqu'elle est élémentaire. Il doit faire des choix, accepter de perdre des données objectives et d'en privilégier d'autres. Par exemple, le mouvement d'un solide peut être modélisé par celui de son centre d'inertie. Dans ce cas, on choisit de perdre des informations telles que les mouvements de rotation de ce solide autour de ce point. De son côté, le chimiste a l'habitude de construire des situations qui n'appartiennent généralement pas à la vie quotidienne, comme par exemple le mélange de deux réactifs bien choisis et judicieusement purifiés pour « créer » une espèce chimique. Ce faisant, il porte sur cette situation un regard peu banal puisque là où un élève perçoit quelques liquides odorants, l'expert voit des molécules qui se transforment en respectant les règles de la chimie. Il rendra compte ensuite de ses observations dans un langage codé⁽⁸⁾ qui possède lui-même sa syntaxe, ses règles, etc.

Nous pensons que ces démarches de modélisation, aussi bien en physique qu'en chimie, sont dans la même perspective que celles des chercheurs et que l'élève peut ainsi percevoir progressivement comment fonctionnent ces disciplines. Par la suite, pour simplifier, nous regroupons la théorie et le modèle sous le terme « modèle » lorsqu'on se réfère à un modèle effectivement rédigé pour l'enseignement. En physique et chimie, dans l'enseignement secondaire, la théorie et les modèles correspondant sont bien établis scientifiquement, nous avons fait le choix de les regrouper.

2.1.2. Conséquences de cette analyse sur la pratique de l'enseignant

Sans qu'on le lui dise clairement, l'élève doit, comme le scientifique, analyser des situations matérielles en distinguant sa description des objets et des événements considérés comme des faits expérimentaux, du modèle qu'il fait fonctionner. En accord avec notre choix sur la modélisation, nous pensons que lors de telles opérations de mise en relation l'élève donne du sens au modèle. Pour nous, elles sont donc indispensables à l'apprentissage que l'on attend de la physique et de la chimie.

Nous considérerons qu'une condition première d'un apprentissage consiste à aider l'élève à distinguer les éléments perceptibles de la situation matérielle de ceux qui relèvent du modèle qui en rend compte. Nous avons également fait le choix d'explicitier l'opération de modélisation au cours de laquelle l'élève doit mettre en relation une situation matérielle et un modèle. Pour aider l'enseignant à faire siennes nos priorités et afin qu'il les garde

(8) Le code a changé depuis le temps des alchimistes mais reste symbolique.

PRATIQUES PÉDAGOGIQUES – PRATIQUES PÉDAGOGIQUES – PRATIQUE

présentes à l'esprit, nous les avons rassemblées sous la forme d'un tableau. La première colonne de ce tableau traduit notre priorité concernant la modélisation (cf. tableau 1).

Théories et modèles
Relations théorie/modèle - objets/événements
Objets et événements

Tableau 1 : Première étape de la construction d'un outil pour l'enseignant.

Conséquence 1 : distinguer théories-modèles de objets-événements

L'élève a tendance à utiliser par exemple le mot *force*, au sens de la vie de tous les jours, pour désigner sa propre action sur un objet, ou le mot *courant électrique* pour parler de ce qui se passe dans un circuit, sans le différencier de potentiel, ou utilise l'un pour l'autre les termes *lumière* et *rayon lumineux* ; en chimie il parlera spontanément de *produit chimique* en évoquant l'alcool contenu dans un flacon sans bien évidemment penser au produit d'une transformation chimique. Ces termes, désignant des concepts scientifiques ou des objets ou événements perceptibles, sont alors utilisés avec le même statut. Même si le physicien et le chimiste s'expriment parfois ainsi, maintenir cette absence de distance lors de l'apprentissage dudit concept n'aide pas l'élève à distinguer objet ou événement observable et modèle. Laisser l'élève s'exprimer ainsi, voire l'encourager en ne faisant pas la distinction soi-même ou en lui mettant entre les mains des ouvrages scolaires qui ne font pas cette distinction, va à l'encontre du choix fondamental de ce qui doit être enseigné en physique. À partir de ce choix, il nous paraît délicat d'accepter dans les copies des phrases telles que : « l'objet tombe à cause de la force de gravitation », « l'objet se déplace à cause de telle force ». La confusion entre événement et modèle est parfois moins flagrante. Par exemple des phrases telles que « l'énergie fait briller la lampe » ou « la lampe émet des rayons lumineux » sont toutes aussi révélatrices du flou dans lequel est maintenu l'élève.

En chimie, si l'on demande à un élève de décrire ce qu'il a observé, on entendra souvent : « Il y a eu une réaction chimique ». Cette réponse est clairement située dans le monde des modèles et ne répond pas à la question qui demandait des observations, donc située dans le monde des objets-événements. Il ne faut pas laisser dire cela par un élève sans lui faire prendre conscience de la non-adéquation entre la question et la réponse, surtout aux niveaux de la seconde ou de la première alors que se met en place le concept de réaction chimique.

Conséquence 2 : distinguer différents types de causes et interprétation par la physique

Aider l'élève à distinguer le modèle des objets et événements observables passe

PRATIQUES PÉDAGOGIQUES – PRATIQUES PÉDAGOGIQUES – PRATIQUE

aussi par la distinction entre les différents types de cause d'un phénomène et son interprétation. Prenons l'exemple d'une balle lâchée au-dessus du sol. On peut dire que la cause de sa chute est la Terre. Cette dernière est la **cause matérielle** de l'événement qu'est la chute de la balle. Cela est cohérent car relatif uniquement aux objets-événements. En revanche, laisser un élève affirmer que la cause de cette chute est une force exercée par la Terre l'inciterait à attribuer une existence matérielle à cette force. En effet, en s'exprimant ainsi, on met un concept au même niveau que des objets-événements. En revanche, on peut **interpréter** la chute de la balle en considérant que la Terre exerce une force sur elle et en faisant fonctionner les lois de Newton. Dans ce cas, on met en relation l'événement qu'est la chute de la balle avec un modèle. La force peut expliquer le mouvement de la balle. Elle en est alors la **cause explicative**. Cela est cohérent car relatif uniquement au modèle.

En classe, un enseignant doit veiller autant que possible à distinguer ces deux types de causalités de façon à permettre à l'élève de comprendre tôt ou tard que la première renvoie aux objets-événements et la seconde aux théories-modèles. Ainsi, l'élève peut aussi progressivement comprendre que l'interprétation (comme la prévision) met en relation ces deux mondes. Tant que cela est mal perçu, l'élève est condamné à des affirmations finalement sans réelle signification. Une phrase comme « l'énergie fait briller la lampe » n'explique rien et montre que l'opération d'interprétation est mal comprise. Elle donne une idée de l'ambiguïté dans laquelle se trouve l'élève.

De plus, ce type de phrase peut paraître satisfaisant au professeur pour lequel l'imbrication des deux mondes n'est pas un obstacle à la compréhension. En formulant une telle phrase, l'élève peut donner l'illusion, puisqu'il utilise des mots de la physique, qu'il a correctement répondu à la question alors qu'il ne donne que peu de sens aux termes utilisés. Ce type de réponse peut donc parfois être un frein à l'apprentissage et ne contribue pas à expliciter le fonctionnement de la physique.

Conséquence 3 : formuler autrement les programmes

La prise en compte des distinctions entre objets-événements et théorie-modèle devrait, de notre point de vue, être présente dans la formulation des programmes, même si ces derniers s'adressent à des professeurs et non à des élèves. Ainsi, les phrases comme celles formulées dans le tableau 2 ci-après, gagneraient à expliciter les rôles respectifs de ce qui est du domaine de la perception et ce qui est du domaine de la modélisation.

Dans les trois extraits, le fait qu'il s'agisse d'une interprétation du physicien est masquée, or précisément, c'est une des difficultés à prendre en charge dans l'enseignement. Le programme pourrait, avec cette écriture, en rendre compte en insistant sur l'importance de la prise en charge, du point de vue de l'apprentissage, de la distance entre la perception et la modélisation.

PRATIQUES PÉDAGOGIQUES – PRATIQUES PÉDAGOGIQUES – PRATIQUE

Extrait B.O. programmes seconde	Extraits B.O. programme première S
« Savoir que la lumière blanche est constituée d'une infinité de radiations lumineuses... ».	« Un travail reçu peut produire une élévation de température d'un corps ». « Identifier les effets sur un solide de forces dont les points d'application se déplacent dans le référentiel d'étude : <ul style="list-style-type: none"> - modification de la valeur de la vitesse d'un solide en chute libre... - modification de l'altitude, de la température, de l'aspect, etc. ».
Formulation tenant compte de la distinction entre perception (des objets et événements) et modélisation	
Savoir que la lumière blanche peut être considérée comme constituée d'une infinité de radiations lumineuses...	L'énergie reçue par mode travail peut être stockée sous forme thermique. Les effets suivants peuvent être interprétés par le déplacement du point d'application d'une force : <ul style="list-style-type: none"> - un objet ralentit ou accélère... ; - un objet monte ou descend ; - un objet chauffe ; - un objet se déforme.

Tableau 2 : Extraits des programmes et proposition d'une formulation prenant en compte la distinction entre théorie-modèle et objets-événements.

2.2. Distinction entre connaissances de physique ou de chimie et connaissances quotidiennes

L'interprétation ou l'explication qui fonctionne au quotidien n'est pas toujours en accord avec la physique et se trouve parfois en contradiction. Au quotidien, accélérer signifie que la valeur de la vitesse augmente et prendre un virage à vitesse constante n'est pas interprété comme une accélération. « Accélérer » est un exemple de mot que la physique utilise avec un sens différent de celui du quotidien. La non-distinction par l'élève des connaissances de la physique et des connaissances de la vie courante contribue également à le dérouter. Cela semble moins fréquent en chimie dont les mots spécifiques (propan-1-ol, isomère...) interfèrent moins avec le langage de tous les jours.

Pour apprendre de façon satisfaisante la physique et la chimie, nous considérons que l'élève doit apprendre à se référer en priorité au modèle et/ou à des observations pertinentes pour le modèle quand il veut valider ses affirmations. Cette pratique scientifique est éloignée de la pratique quotidienne où l'on se contente souvent d'une affirmation partagée comme explication. L'importance de cette distinction est prise en compte dans le tableau 3, résultant de l'addition d'une nouvelle colonne au tableau 1.

Ainsi, pour expliquer le fait qu'on doit faire un effort pour lancer un ballon en l'air, le physicien peut utiliser le *principe des actions réciproques* « Quand deux systèmes A et X sont en interaction, la force exercée par A sur X et la force exercée par X sur A sont

PRATIQUES PÉDAGOGIQUES – PRATIQUES PÉDAGOGIQUES – PRATIQUE

Théories et modèles	Physique-chimie	Quotidien
Relations théorie/modèle - objets/événements		
Objets et événements		

Tableau 3 : Deuxième étape de la construction d'un outil pour l'enseignant.

d'intensités égales et de sens opposés », argument extrêmement théorique, alors que dans le quotidien on lance un ballon, celui qui lance agit sur la ballon (avant de la lâcher) et c'est là l'essentiel ; que le ballon agisse sur lui n'est pas nécessaire à l'explication quotidienne.

2.3. Analyse des savoirs connus et à construire

L'élève construit son savoir à partir de ce qu'il sait déjà, que ce savoir antérieur provienne de l'enseignement ou de la vie courante. Le tableau 4 permet de rassembler ces savoirs et de les structurer, du point de vue de la modélisation.

	Déjà connu		À construire	
	Physique-chimie	Quotidien	Physique-chimie	Quotidien
Théories et modèles				
Relations théorie/modèle - objets/événements				
Objets et événements				

Tableau 4 : Troisième étape de la construction d'un outil pour les enseignants : le tableau « Niveaux de modélisation des savoirs connus ou à construire ».

Dans les savoirs à construire, la distinction *physique-chimie* et *quotidien* permet de reprendre à notre compte l'un des objectifs des programmes [8], celui de former des citoyens éclairés sur quelques-unes des questions qui se posent à nos sociétés (la protection de l'environnement ou les choix énergétiques par exemple).

La colonne « quotidien à construire » contient les applications à la vie quotidienne de notions apprises en classe : comment éteindre un début d'incendie, distinguer différents types de pollution, etc.

Nous donnons en annexe un exemple de tableau rempli pour une activité dans le programme de première S en optique.

CONCLUSION

Si l'on veut motiver l'élève en l'aidant à mieux comprendre la physique et la chi-

PRATIQUES PÉDAGOGIQUES – PRATIQUES PÉDAGOGIQUES – PRATIQUE

mie, nous considérons que les éléments d'un tel tableau (cf. tableau 4) doivent être pris en compte lors de l'enseignement. Ce tableau rassemble les choix décrits précédemment et que nous résumons ici :

- ◆ enseigner des aspects essentiels du fonctionnement de la physique et de la chimie du point de vue de la modélisation ;
- ◆ distinguer les connaissances de la physique et de la chimie des connaissances du quotidien ;
- ◆ prendre en compte les connaissances préalables de l'élève.

Ces choix permettent aussi de développer les connaissances nécessaires à un comportement responsable de citoyen.

Ce tableau, facilement mémorisable par un enseignant, lui permet d'avoir présent à l'esprit chacun de ses éléments lorsqu'il prépare ses cours, lorsqu'il est devant ses élèves ou lorsqu'il analyse *a posteriori* une situation de classe. C'est un outil qui nécessite que l'enseignant se mette à la place de l'élève, qu'il cherche à adopter son point de vue, ce qui exige de sa part de mettre à distance ce qu'il sait de la physique et de la chimie et qu'il adopte un autre fonctionnement que celui dont il a l'habitude.

L'ensemble de ces analyses et points de vue nous a permis d'établir des « outils » pour l'enseignant en vue d'aider l'élève. Notre expérience d'enseignants nous montre que ces outils, présentés dans un article futur, sont suffisamment diversifiés pour fonctionner dans des situations d'enseignement très variées.

Ces outils sont mis en œuvre dans l'élaboration de séquences d'enseignement couvrant une grande partie des programmes actuels de seconde et première S [cf. § « Sur la toile »].

BIBLIOGRAPHIE

- [1] GAIDIOZ P. et al. *Conception et analyses d'activités pour la formation scientifique*. Rapport final du projet INRP n° 30214 (à paraître).
- [2] COBERN W. *Everyday thoughts about nature*. Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, 2000.
- [3] PEKDAG B. et LE MARÉCHAL J.-F. Apprentissage comparé de la notion de réaction chimique en TP ou à l'aide d'une vidéo : rôle des observations faites par les élèves. *Skhôle, Cahier de la Recherche et du Développement*, 2001, numéro hors série, IUFM académie d'Aix-Marseille, p. 129-141.
- [4] Physique-chimie classe de seconde, nouveau programme applicable à compter de l'année scolaire 2000-2001, page 8, B.O. n° 6, 12 août 1999 hors série.
- [5] BÉCU-ROBINAULT K. Activité de modélisation des élèves en situation de travaux pra-

PRATIQUES PÉDAGOGIQUES – PRATIQUES PÉDAGOGIQUES – PRATIQUE

tiques traditionnels : introduction expérimentale du concept de puissance. *Didaskalia*, 1997, 11, p. 7-37.

- [6] BUTY C. Richesses et limites d'un modèle matérialisé informatisé en optique géométrique. *Didaskalia*, 2000.
- [7] VINCE J. *Approches phénoménologique et linguistique des connaissances des élèves de seconde sur le son. Contribution à l'élaboration et l'analyse d'un enseignement et au développement d'un logiciel de simulation*. Thèse, Université Lumière Lyon 2, Lyon, 2000.
- [8] BO n° 7 du 31 août 2000 Hors série « Physique-chimie, classe de première, série scientifique ».

SUR LA TOILE

- ◆ <http://www2.ac-lyon.fr/enseigne/physique/>
- ◆ <http://nte.univ-lyon1.fr/pegase>

AUTRES MEMBRES DU GROUPE

Christian BUTY, *Maître de conférence* - GRIC-COAST (69)

Claudine GUETTIER - Lycée Branly - Lyon (69)

Olivier JEAN-MARIE - Lycée Aragon - Givors (69)

Jean-François LE MARECHAL, *Maître de conférence* - GRIC-COAST (69)

Marie-Odile MARTINEU - Lycée Faÿs - Villeurbanne (69)

Anne-Marie MIGUET - Lycée St Exupéry - Lyon (69)

Marie-Paule STROBEL - Lycée Faÿs - Villeurbanne (69)

Jacques VINCE - Lycée Ampère - Lyon (69)

Danielle VINCENT - Lycée Camus - Rilleux-la-Pape (69)

PRATIQUES PÉDAGOGIQUES – PRATIQUES PÉDAGOGIQUES – PRATIQUE

Annexe

Exemple d'une activité proposée à l'élève et de l'analyse des savoirs connus et à construire pour cette activité

ACTIVITÉ : IMAGE D'UN POINT ET IMAGE D'UN OBJET (PREMIÈRE S)

Expérience 1 : Formation de l'image d'un point

- Observation puis prévision :** *au bureau, le professeur place un cache percé d'un trou très petit contre la lanterne. Observez et décrivez ce que vous voyez sur l'écran.* Prédisez ce que vous verrez lorsqu'on rapprochera l'écran de la lentille ou qu'on l'en éloignera.
- Expérience :** réalisez l'expérience et comparez ce que vous observez à ce que vous aviez prévu. S'il y a une différence, expliquez ce qui vous a empêché de faire une prévision correcte.

Expérience 2 : Lumière après la lentille

On reprend le montage précédent, la lentille 2 étant placée à 20 cm de l'objet (cache percé).

- Prévision :** prévoyez ce que vous allez observer sur une feuille pendant que vous la déplacerez en suivant la lumière à partir de la lentille jusqu'à l'écran.
- Expérience :** décrivez ce que vous observez et comparez à ce que vous aviez prévu.

Expérience 3 : Image d'un objet étendu

- Prévision :** sur le montage du professeur, l'objet est la lettre « F » sur lequel est placé le cache de carton percé d'un petit trou. L'écran est placé de telle sorte que ce qu'on y voit est une tache. Prévoyez ce que vous allez observer sur l'écran si on enlève le cache. Notez ce que vous prévoyez par écrit.
- Expérience :** comparez ce que vous observez à ce que vous aviez prévu. S'il y a une différence, expliquez ce qui vous a empêché de faire une prévision correcte.
- Expérience complémentaire :** l'objet étant la lettre F et le cache percé d'un trou, réalisez la mise au point. Retirez alors le cache. Qu'observez-vous ?

PRATIQUES PÉDAGOGIQUES – PRATIQUES PÉDAGOGIQUES – PRATIQUE

ANALYSE

	Déjà connu		À construire	
	Physique-chimie	Quotidien	Physique-chimie	Quotidien
Théories et modèles	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Modèle du rayon de lumière. ◆ Constitution de l'œil. ◆ Décomposition d'un objet en une infinité de point. ◆ Diffusion. 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Conception de « l'image voyaguese ». ◆ Complexité de l'image : une image ressemble à son objet. 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Une image optique est localisée. ◆ L'image d'un objet est l'ensemble des images des points objets. 	
Relations théorie/modèle - objets/événements	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Condition de visibilité pour un objet et pour la lumière. 		<ul style="list-style-type: none"> ◆ L'image ressemble à l'objet car à chaque point de l'objet correspond un point image unique. 	
Objets et événements	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Suivre le chemin de la lumière. ◆ Utiliser un cache. 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Utilisation de lentilles. ◆ Projection. 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Procédure de mise au point. 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Obtention d'une « image nette » lors d'une projection.



Pierre GAIDIOZ

Professeur au Lycée Édouard Branly à Lyon (Rhône), coordonne depuis de nombreuses années des projets de recherche-actions avec l'équipe COAST, grâce au soutien financier de l'INRP.

Andrée TIBERGHEN

Directrice de recherche au CNRS, s'est orientée en 1972 vers la didactique, sa formation initiale (thèses troisième cycle et d'état) étant en physique des solides. Actuellement responsable de l'équipe COAST (Communication et apprentissage des savoirs scientifiques et techniques) de l'UMR GRIC (Groupe de recherche sur les interactions communicatives) du CNRS et de l'université Lyon 2, elle a la responsabilité du DEA « Didactiques et Interactions » de l'université Lyon 2. Elle est membre des conseils scientifiques des programmes de recherche : « Programme incitatif de recherche sur l'éducation et la formation (PIREF) » et « École et sciences cognitives » et du conseil scientifique et pédagogique de l'IUFM de Lyon. Son travail a porté tout d'abord sur les conceptions des élèves dans plusieurs domaines de la physique et ensuite sur les relations entre l'apprentissage des élèves en physique et entre les situations d'enseignement. Elle continue à assurer la responsabilité de plusieurs projets menés conjointement avec des enseignants où chacun apporte ses compétences.

