

JEPI 2005

Premières Journées pour l'enseignement de la physique et de ses interfaces

8 et 9 Novembre 2005

Université Claude Bernard Lyon 1, Site de la Doua,
Amphithéâtre de l'ISTIL - Villeurbanne (69)

Les thèmes des conférences et communications sont indiqués entre parenthèses

Thème 1 « La physique et les autres disciplines »

Thème 2 « La physique : pour qui, pour quoi ? »

Thème 3 « Enseignement de la physique et formation des enseignants »

Thème 4 « Exemples d'innovations pédagogiques »

Thème 5 « Métiers de la physique et des physiciens »

Mardi 8 Novembre	
14 h 00	OUVERTURE
14 h 15	CONFÉRENCE Sciences de la terre: carrefour de disciplines RICARD Yanick (1)
15 h 00	COMMUNICATIONS Concevoir un logiciel en fonction des difficultés de raisonnement : exemple du logiciel atelier cinétique DUPREZ Chantal et al. (4) Vers la possibilité d'un enseignement explicite de la modélisation : points de vue d'élèves de seconde en Sciences Physiques TOIX Laurent et al. (4) L'expérience contre-intuitive, un outil au service de l'apprendre ? EASTES Richard-Emmanuel et al. (4) Innovation pédagogique en collège dans une classe de 4 ^{ème} sur les hologrammes GARD Marion (4)
16 h 30	Pause
16 h 45	DEMONSTRATIONS D'OUTILS PEDAGOGIQUES
17h15	CONFÉRENCE Expérience vs théorie pour faire aimer la physique. Est-ce une bonne question ? DUPIN Jean-Jacques (3)
18 h 00	COMMUNICATIONS Journal « La montagne » FUSTIER Roland (2) Emoi chez les étudiants littéraires : de la physique au programme ! IZBICKI Jean-Louis et al. (2) La formation à distance fondée sur le modèle collaboratif : une autre façon de faire aimer l'enseignement de la physique aux enseignants du primaire DE HOSSON Cécile et al. (3) La Physique enseignée peut-elle être la même quel que soit le contexte ? MARTINAND Jean-Louis (3) La transition université - enseignement secondaire, un changement de paradigme ... TOUSSAINT Jacques (3)

Fin 19h30

Mercredi 9 Novembre					
9h00	<p align="center">CONFÉRENCE</p> <p align="center">La physique en Europe: pour qui, pour quoi? HENDRIKE Ferdinande (2)</p>				
9h45	<p align="center">TEMOIGNAGES DE PROFESSIONNELS</p> <p align="center">Les métiers de la physique : un univers à découvrir (5)</p>				
10 h 45	Pause				
11 h 00	<p align="center">CONFÉRENCE</p> <p align="center">L'enseignement de la physique vu par un profane BREZIN Edouard</p>				
12 h 00	<p align="center">Communications</p> <p>Une façon de faire aimer la physique et d'amorcer un décroisement des disciplines scolaires CHEREAU Myriam et al. (1)</p> <p>Projet Ozone ou comment sensibiliser les élèves au rôle de la physique dans la santé publique ALLARD Frédéric et al. (1)</p> <p>Une expérience d'enseignement de sciences intégrées en classe de 6^{ème} de collège TREINER Jacques (4)</p>				
13 h 00	Repas libre				
14 h 15	<table border="1"> <thead> <tr> <th align="center">Communications salle 1</th> <th align="center">Communications salle 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <p>« Les couleurs », « l'eau », 2 thèmes pour 2 semaines intensives d'expérimentation en premières années universitaires LEWIN Éric et al. (1)</p> <p>L'éducation à l'environnement et au développement durable RENCUREL Nathalie et al. (1)</p> <p>Olympiades de la physique ERRAMI Mustapha (2)</p> <p>Faire aimer les sciences aux élèves d'un collège classé ZEP LEFEVRE Thi Hoa Phuong (2)</p> </td> <td> <p>Plate-forme Nanomonde : Une porte d'entrée privilégiée dans la pratique des nano-sciences & technologies MARCHI Florence et al. (4)</p> <p>Est-ce que le multimédia permet de faire aimer la physique ? LEBRUN Nathalie et al. (4)</p> <p>Deux exemples de dispositifs didactiques utilisant le problème de physique dans l'enseignement secondaire BOILEVIN Jean Marie (4)</p> <p>Un exemple d'étude didactique à propos de l'enseignement du concept d'énergie potentielle KHANTINE-LANGLOIS Françoise (4)</p> </td> </tr> </tbody> </table>	Communications salle 1	Communications salle 2	<p>« Les couleurs », « l'eau », 2 thèmes pour 2 semaines intensives d'expérimentation en premières années universitaires LEWIN Éric et al. (1)</p> <p>L'éducation à l'environnement et au développement durable RENCUREL Nathalie et al. (1)</p> <p>Olympiades de la physique ERRAMI Mustapha (2)</p> <p>Faire aimer les sciences aux élèves d'un collège classé ZEP LEFEVRE Thi Hoa Phuong (2)</p>	<p>Plate-forme Nanomonde : Une porte d'entrée privilégiée dans la pratique des nano-sciences & technologies MARCHI Florence et al. (4)</p> <p>Est-ce que le multimédia permet de faire aimer la physique ? LEBRUN Nathalie et al. (4)</p> <p>Deux exemples de dispositifs didactiques utilisant le problème de physique dans l'enseignement secondaire BOILEVIN Jean Marie (4)</p> <p>Un exemple d'étude didactique à propos de l'enseignement du concept d'énergie potentielle KHANTINE-LANGLOIS Françoise (4)</p>
Communications salle 1	Communications salle 2				
<p>« Les couleurs », « l'eau », 2 thèmes pour 2 semaines intensives d'expérimentation en premières années universitaires LEWIN Éric et al. (1)</p> <p>L'éducation à l'environnement et au développement durable RENCUREL Nathalie et al. (1)</p> <p>Olympiades de la physique ERRAMI Mustapha (2)</p> <p>Faire aimer les sciences aux élèves d'un collège classé ZEP LEFEVRE Thi Hoa Phuong (2)</p>	<p>Plate-forme Nanomonde : Une porte d'entrée privilégiée dans la pratique des nano-sciences & technologies MARCHI Florence et al. (4)</p> <p>Est-ce que le multimédia permet de faire aimer la physique ? LEBRUN Nathalie et al. (4)</p> <p>Deux exemples de dispositifs didactiques utilisant le problème de physique dans l'enseignement secondaire BOILEVIN Jean Marie (4)</p> <p>Un exemple d'étude didactique à propos de l'enseignement du concept d'énergie potentielle KHANTINE-LANGLOIS Françoise (4)</p>				
16 h 00	Pause				
16 h 15	<p align="center">CONFERENCE</p> <p align="center">« Biologie et physique »</p> <p align="center">KUSTER Yves (1)</p>				
17 h 00	<table border="1"> <thead> <tr> <th align="center">Communications salle 1</th> <th align="center">Communications salle 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <p>Un exemple remarquable de projet d'éducation scientifique : La Main à la Pâte, à l'école primaire MARIN MICEWICZ Clotilde (2)</p> <p>Exemple « d'atelier club » scientifique au lycée Chaplin à Décines JEANJACQUOT Philippe (2)</p> </td> <td> <p>L'apprentissage de savoirs scientifiques opérants par la problématisation BRIAUD Philippe (3)</p> <p>Accompagnement en ligne des enseignants BONNET Gabrielle (3)</p> <p>Un cédérom pour la formation des enseignants du second degré en physique-chimie : « Concevoir et analyser les activités expérimentales en sciences physiques : une démarche centrée sur l'observation des élèves » RICHOUX Hélène et al. (3)</p> </td> </tr> </tbody> </table>	Communications salle 1	Communications salle 2	<p>Un exemple remarquable de projet d'éducation scientifique : La Main à la Pâte, à l'école primaire MARIN MICEWICZ Clotilde (2)</p> <p>Exemple « d'atelier club » scientifique au lycée Chaplin à Décines JEANJACQUOT Philippe (2)</p>	<p>L'apprentissage de savoirs scientifiques opérants par la problématisation BRIAUD Philippe (3)</p> <p>Accompagnement en ligne des enseignants BONNET Gabrielle (3)</p> <p>Un cédérom pour la formation des enseignants du second degré en physique-chimie : « Concevoir et analyser les activités expérimentales en sciences physiques : une démarche centrée sur l'observation des élèves » RICHOUX Hélène et al. (3)</p>
Communications salle 1	Communications salle 2				
<p>Un exemple remarquable de projet d'éducation scientifique : La Main à la Pâte, à l'école primaire MARIN MICEWICZ Clotilde (2)</p> <p>Exemple « d'atelier club » scientifique au lycée Chaplin à Décines JEANJACQUOT Philippe (2)</p>	<p>L'apprentissage de savoirs scientifiques opérants par la problématisation BRIAUD Philippe (3)</p> <p>Accompagnement en ligne des enseignants BONNET Gabrielle (3)</p> <p>Un cédérom pour la formation des enseignants du second degré en physique-chimie : « Concevoir et analyser les activités expérimentales en sciences physiques : une démarche centrée sur l'observation des élèves » RICHOUX Hélène et al. (3)</p>				
18 h 15	CLOTURE				

Résumés des communications

Thème 1 « la physique vue par les autres disciplines »

Projet Ozone ou comment sensibiliser les élèves au rôle de la physique dans la santé publique

ALLARD Frédéric, Lycée Aubanel Avignon

JOURDAN Jacques, Collège Jas-de-Bouffan Aix-en-Provence

COULOMB Bruno, KORBOLEWSKI Nathalie, HOUSSIN Marie, Université de Provence

ABISSET Brigitte, Rectorat, Académie d'Aix-Marseille

BOILEVIN Jean-Marie, IUFM Aix-Marseille

MOTTET Christine, CRM-CNRS

L'« Année Mondiale de la Physique » est une occasion de faire comprendre que le XXI^{ème} siècle aura un besoin croissant des concepts et des outils offerts par les sciences physiques et chimiques pour trouver des solutions aux problèmes majeurs qui préoccupent nos contemporains, notamment en terme de production d'énergie ou de protection de l'environnement. Ainsi, par exemple, même la santé publique fait déjà appel aux ressources de la physique dans une approche pluridisciplinaire de la recherche.

En Région Provence, la section locale de la Société Française de Physique a ainsi organisé, avec le soutien du Rectorat et de l'IUFM d'Aix-Marseille, une campagne de mesures de la pollution atmosphérique à l'ozone dans certains établissements scolaires de l'Académie d'Aix-Marseille. Cette opération visait à sensibiliser les élèves (écoliers, collégiens, lycéens) sur l'apport de la physique et de la chimie aux sciences de l'environnement et tout particulièrement à la surveillance et au maintien de la qualité de l'air que l'on respire. Alors que la région PACA détient le triste record de pollution à l'ozone en France, notamment durant la canicule de l'été 2003, et que le taux d'ozone devient un symbole médiatique de la pollution (avec des décisions prises par les autorités par exemple en terme de limitations de vitesse), un des objectifs était d'expliquer les conditions physico-chimiques (combinaison d'émissions polluantes de l'industrie et des transports en zone urbaine et exposition aux UV) responsables de cette pollution de l'air pour amener les élèves à mieux identifier ce problème de santé publique.

Le projet consistait à effectuer des prélèvements simultanément sur une cinquantaine de sites répartis dans l'Académie, puis de mettre en réseau les résultats via internet (<http://www.crmcn.univ-mrs.fr/amp05-provence>). Le retour sur expérience était agrémenté par les cartographies de la distribution en ozone mesurées par AIRMARAIX, une association de surveillance de la qualité de l'air de la région, ainsi que par des cartes météo et les prédictions officielles. Cette mise en commun des résultats sur internet et le retour sur expérience devait susciter des réflexions, voire des analyses mais surtout des questions et aiguïser la curiosité pour connaître et tenter de comprendre, par des lois physiques et chimiques, notre environnement afin

d'agir dans le sens du progrès, en l'occurrence pour améliorer une certaine qualité de vie.

Cette campagne de prélèvements a été précédée d'un travail de préparation dans les classes concernées pour présenter le matériel de mesure et pour sensibiliser les élèves à l'impact de telles mesures en expliquant quelques processus physico-chimiques intervenant dans l'atmosphère. Une série de conférences préalables ont permis de former les professeurs participants et du matériel pédagogique (CdRom + plaquette différente suivant le niveau scolaire : école élémentaire, collège, lycée) a été élaboré et fourni aux enseignants. Le Jour « J » de la mesure en simultané a été choisi par AIRMARAIX en fonction des conditions météorologiques en mai 2005 et les analyses ont été effectuées en laboratoire universitaire.

L'objet de cette communication est de présenter l'ensemble du dispositif et quelques-unes des organisations pédagogiques mises en place par les enseignants au cours de cette opération qui aura permis, semble-t-il, de montrer le rôle de la physique dans la vie quotidienne et d'explicitier ses liens avec les autres champs disciplinaires.

Une façon de faire aimer la physique et d'amorcer un décloisonnement des disciplines scolaires

CHEREAU Myriam, Professeur de lettres au lycée Branly Lyon

COPPE Sylvie, maîtresse de conférence IUFM de Lyon UMR ICAR

GAIDIOZ Pierre, Professeur de physique et chimie au lycée Branly, Lyon Professeur associé à l'INRP

Dans cette communication, nous souhaitons présenter une expérimentation conduite par des professeurs de physique et de chimie, de français et de mathématiques ayant fait des choix communs entre plusieurs enseignants d'une même classe afin d'améliorer l'apprentissage des élèves. Ces choix portent sur l'explicitation du fonctionnement des disciplines concernées et sur la gestion de la classe. Le but est de réduire l'arbitraire ressenti habituellement par les élèves et de mettre en place des méthodes d'enseignement les impliquant davantage.

Nous sommes partis du constat des difficultés rencontrées par nos élèves, un trop grand nombre d'entre eux se détournant des filières scientifiques ou littéraires classiques après l'enseignement secondaire. Parmi les nombreuses explications à cette situation, quelques unes d'entre elles nous ont paru incontournables et nous étaient en partie communes. Selon nous, les élèves se détournent des filières scientifiques ou littéraires car, entre autres, ils ont été trop souvent déroutés par le discours de l'enseignant et trop souvent maintenus passifs. Par exemple, en physique, le professeur a trop rarement l'habitude de justifier les choix qu'il fait pour analyser ou interpréter une situation matérielle. De même, il ne justifie pas assez souvent les choix faits par les physiciens lorsque ceux-ci ont élaboré des modèles ou créé des concepts. Au contraire, l'enseignant, guidé par son savoir, tient un discours qui semble aller de soi, comme si aucun autre n'était possible. Les élèves, qui ont beaucoup d'imagination, auraient très probablement fait d'autres commentaires si l'occasion leur en avait été donnée. C'est dans de telles situations de classes que les élèves trouvent que le discours de la physique ou de la chimie est bien surprenant. De même en français, l'élève ne sait pas toujours à quels savoirs il doit se référer pour analyser une œuvre littéraire. Enfin, en mathématiques, le professeur impose souvent une méthode de résolution sans en faire saisir toute la pertinence à l'élève.

Nous présenterons donc les choix faits par les professeurs des différentes disciplines puis nous décrirons une expérimentation faite dans une classe de Seconde et une de

Première S impliquant les sciences physiques et le français et s'étendant aux mathématiques cette année. Nous montrerons en quoi l'ambiance de la classe, la motivation et la qualité de l'apprentissage ont pu être améliorés.

« Les couleurs », « l'eau », 2 thèmes pour 2 semaines intensives d'expérimentation en premières années universitaires

LEWIN Éric et l'équipe des enseignants des modules "TRA 121" et "TRA 122", Département Scientifique Universitaire (DSU), université Joseph Fourier - Grenoble

Aborder les sciences expérimentales et de l'observation par les objets et phénomènes naturels, telle est la proposition de ces deux modules d'enseignement de licence de 1^{ère} et 2^{nde} année universitaire. Cette nouvelle formation aux sciences se veut totalement pluridisciplinaire. Chacun des modules aura été conçu par une petite équipe d'enseignants chercheurs en physique, en chimie, en mécanique, en biologie, en géosciences et en astronomie. Le premier thème choisi est celui de l'eau, conçu en 2002-2003 et présenté deux fois aux étudiants (~300). Le second est celui de la couleur, conçu en 2003-2004 et donc mis en oeuvre une seule fois (~130 étudiants). Pour chacun d'eux, huit séances de travaux pratiques (TP) ont été conçues, accompagnées éventuellement de séances de travaux dirigés (TD) préparatoires. En outre, chaque séance de TP associe deux enseignants de disciplines différentes.

Les intitulés des TPs du module autour de l'eau sont : les réservoirs d'eau naturels ; eau liquide/eau solvant ; viscosité-capillarité ; diffusion/potentiel hydrique ; propriétés acido-basiques de l'eau ; écoulements en milieu poreux ; analyse chimique et biologique de l'eau.

Les intitulés des TPs du module sur la couleur sont : les couleurs d'interférence ; les couleurs de diffraction ; les couleurs de polarisation ; spectre solaire et vision colorée ; pigments végétaux ; indicateurs colorés ; synthèse de colorants ; suivi d'une réaction chimique par spectroscopie.

Les étudiants choisissant l'un ou l'autre de ces deux modules, participent à la totalité des 8 séances de TPs et des TDs associés. Ceux-ci sont regroupés sur deux semaines bloquées à cet effet. L'évaluation "directe" se fait d'une part via les comptes-rendus de TPs qu'ils rédigent, et d'autre part via un QCM final.

En outre, à l'issue de ces deux semaines, les étudiants, en binôme, conçoivent, réalisent et présentent oralement un poster sur un sujet scientifique de leur choix en relation avec leur thème. Une enquête de satisfaction a été menée auprès des étudiants à l'issue de chaque module. Elle permet entre autre de faire évoluer d'une année sur l'autre, certains des TPs proposés.

L'éducation à l'environnement et au développement durable

*RENCUREL Nathalie, professeur physique chimie de l'académie de Grenoble.
JEANJACQUOT Philippe, professeur physique chimie de l'académie de Lyon.*

L'éducation à l'environnement et au développement durable est un sujet d'actualité. L'INRP est en train de mettre au point des outils pour permettre aux professeurs de l'inclure facilement dans leur enseignement.

La réalisation de ces outils est entre les mains de groupes de professeur d'économie, d'histoire géographie, de science et vie de la terre et de physique chimie.

Ces groupes de travail ont été constitués en septembre 2004. Nous suivons le groupe des académies de Grenoble et de Lyon. Il rassemble huit professeurs des 4 disciplines, encadrés par Benoit Urgelli de l'INRP. Le groupe travaille sur le thème : « Changement climatique, énergie et développement durable, les mesures d'adaptation et d'atténuation ». Les sujets traités sont par exemple : les gaz à effet de serre, les biocarburants, l'utilisation de la biomasse, la séquestration du dioxyde de carbone, les piles à combustibles, les filières d'utilisation de l'énergie solaire, les éoliennes... Les collègues enseignants peuvent accéder facilement aux documents élaborés par ces groupes. Ils sont disponibles sur internet. Ils regroupent des fiches techniques, des actualités, des dossiers des fiches pédagogiques. Nous pourrions montrer des exemples de documents disponibles et de leur intégration dans nos séquences.

Thème 2

« Enseigner la physique : pour qui – pour quoi ? »

Olympiades de la physique

ERRAMI Mustapha, Lycée Jules Verne (Tarare)

Le lycée professionnel Jules Verne participe au concours des olympiades de physique depuis une dizaine d'années, il s'agit d'une exception car ce concours est destiné aux élèves issus des classes première et terminale scientifiques. Les élèves volontaires ont mené à bien des projets de recherche scientifique dans le domaine de la physique avec sérieux et enthousiasme. Parmi les projets présentés, il y'en a eu deux qui ont été particulièrement appréciés, l'un sur le bélier hydraulique et l'autre sur la mise en évidence des facteurs provoquant une tornade.

La rencontre d'autres jeunes lycéens de l'académie et au niveau national à Paris (quand ils sont qualifiés) leurs apportent beaucoup, leurs différents projets prennent une dimension nationale.

Le partenariat avec les différents organismes (universités, mairies, entreprises) a enrichi leur formation.

La rencontre avec des personnalités du monde scientifique leurs fait énormément plaisir et augmente leur capital confiance.

A travers ces projets des élèves ont acquis quelques compétences, comme travailler en groupe dans un but commun, ne plus bloquer devant une situation qu'on ne maîtrise pas, on s'organise pour l'affronter, on suppose, on teste, on analyse,...etc. On agit donc avec méthode devant une situation donnée. On ne doit pas admettre les choses, on doit les justifier, argumenter. Cette démarche scientifique a permis à certains élèves de retrouver ou acquérir une confiance et par conséquent se reconstituer pour mieux réussir. Nous avons aussi rencontré plusieurs problèmes d'ordre pratique, dues à la rigidité de notre système scolaire.

Journal « La montagne »

FUSTIER Roland, Professeur au Lycée Virlogeux Riom (Puy de Dôme) et formateur IUFM Clermont-Ferrand

A l'occasion de l'Année mondiale de la Physique le journal La Montagne publie chaque dimanche la question de physique.

La rédaction est confiée à une équipe mixte Société Française de Physique et Union des Professeurs de physique et chimie. Le site <http://udppc.asso.fr/auvergne> propose chaque semaine une affiche sur la question. La réponse est en ligne la semaine suivante avec quelques compléments par rapport au journal. Un forum collaboratif permet de poser des questions ou apporter des précisions.

Le lycée Virlogeux de Riom a mis en place dans le cadre des innovations pédagogiques de l'Académie de Clermont-Ferrand un atelier de culture scientifique dont l'un des objectifs est la possibilité de créer, à terme en seconde, une option

science de 3 heures (1 h math, 1 h physique-chimie, 1 h S.V.T.) à côté de l'option M.P.I.

La démarche d'investigation est encouragée (voir communication de l'Académie des Sciences)

Les élèves doivent faire des recherches... Et selon la question :

- ils peuvent proposer des expériences mettant en évidence le phénomène, occasion de se familiariser avec la démarche scientifique (émettre des hypothèses, les soumettre à l'expérience, voir l'influences des paramètres...) bleu du ciel, poussée d'Archimède, bulle du champagne..

- ils peuvent s'intéresser aux applications sorbet, verglas conduction thermique, réflexion totale fibres optiques...

- ils peuvent chercher à expliquer des phénomènes naturels nuages, foudre éclairs...

- l'enseignant peut présenter des expériences surprenantes afin de cultiver l'étonnement, de moins en moins répandu face aux progrès technologiques bouillant de Franklin, tension superficielle... et aller jusqu'aux expériences contre intuitives effet Venturi, granulation...

- lorsque l'on n'a pas la possibilité de manipuler, des recherches peuvent être faites sur internet vols spatiaux, aurores boréales...

- nous pouvons aussi faire un peu d'histoire des sciences pour voir l'importance de certaines découvertes et leurs applications de l'expérience de Faraday à la plaque à induction

* Toute ouverture vers l'interdisciplinarité est exploitée

Emoi chez les étudiants littéraires : de la physique au programme !

IZBICKI Jean-Louis¹, STECK Benjamin², Université du Havre, rue Philippe Lebon, 76600 Le Havre, France

Est-il concevable que « l'honnête homme » d'aujourd'hui ignore tout du monde scientifique ? Nombreux sont ceux qui le pensent et même s'en flattent. Le parti pris des auteurs est évidemment opposé. La société, dans son ensemble, doit prendre conscience que la méconnaissance, voire l'ignorance, des sciences fait courir un risque réel de fracture culturelle. Marginaliser la science, déconsidérer la recherche, rejeter l'innovation constituent des postures préjudiciables à l'ensemble du corps social et à son avancée au service du plus grand nombre.

Afin de tenter de prévenir ce risque, il nous semble nécessaire que les étudiants non scientifiques bénéficient d'un enseignement de sciences adapté (sans calcul, avec des aspects historique, symbolique, économiques, sémantiques...). On peut d'ailleurs se demander si les étudiants scientifiques n'en tireraient pas profits eux aussi.

Il faut considérer également qu'une grande partie des étudiants des filières lettres et sciences humaines se destinent à l'enseignement (tout particulièrement professeur des écoles) où ils seront chargés, entre autres, d'initier leurs élèves aux sciences.

Deux expériences d'enseignement, à l'université du Havre, de « fragments » de science ont été réalisées à destination d'étudiants des filières lettres et sciences humaines, sur la base du volontariat. La première expérience s'est déroulée pendant l'année universitaire 2002 /2003 pour des étudiants de seconde année de DEUG et elle s'est poursuivie en 2003/2004. Aujourd'hui elle se continue dans le cadre des

¹ LAUE Laboratoire d'Acoustique Ultrasonore et d'Electronique UMR CNRS 6068

² IDEES/CIRTAI FRE CNRS 6063

« unités d'ouverture » accessibles à tous les étudiants, quelle que soit leur UFR d'origine. Le cours d'une durée de 24 heures s'intitule « de la pile Volta au TGV ». Dans le même cadre, une deuxième expérience a débuté pendant l'année 2004/2005 : il s'agit du cours « lumière et couleur : application à la peinture » (durée 24 heures). Pour les deux cours, aucun préacquis n'est nécessaire.

Il s'agit de présenter le plus scientifiquement possible des concepts de physique qui, en fait, appartiennent à la vie de tous les jours. Aucune équation n'est écrite : le postulat est qu'il est possible de faire passer les idées physiques sans calculs. Il ne s'agit ni d'un cours d'histoire des sciences (même s'il y en a) ni d'une vulgarisation scientifique (au sens où le vocabulaire le plus précis est introduit). Trois idées principales, complètement imbriquées, structurent l'enseignement proposé : les concepts, les scientifiques derrière les concepts, les mots traduisant ces concepts. Il s'agit aussi de montrer certains enjeux sociétaux agissant sur la communauté scientifique (par exemple : enjeux économiques -les brevets-, enjeux académiques -les publications-) hier comme aujourd'hui. Des exemples seront présentés. L'évaluation est réalisée par l'écriture de rapports (et si le nombre d'étudiants le permet par une soutenance orale). La qualité de certains d'entre eux montre un intérêt certain des étudiants. Comme attendu, ce ne sont pas les bacheliers issus de série S qui obtiennent les meilleures notes.

En conclusion quatre vingt dix étudiants ont suivi ces cours depuis le début. Il a été prouvé qu'il est possible de transmettre avec rigueur des concepts scientifiques à des étudiants non spécialistes, tout en éveillant en eux une curiosité de nature scientifique. L'amélioration de l'image de marque des sciences physiques passe aussi par la connaissance de ce champ disciplinaire (ou au moins la non méconnaissance totale). Ceci est particulièrement vrai pour les politiques qui nous gouverneront dans l'avenir et qui ne viendront, pas plus demain qu'aujourd'hui, du champ scientifique. Aussi il est nécessaire que « les physiciens » sortent de leurs UFR des sciences. Si l'anglais constitue un bagage nécessaire à l'étudiant du XXI siècle, la science devrait aussi être considérée de la même façon. Finalement, qu'est ce qu'on attend ?

Exemple « d'atelier club » scientifique au lycée Chaplin à Décines

JEANJACQUOT Philippe, Professeur de physique chimie Lycée Chaplin Décines

En 1995 nous avons ouvert un club scientifique au lycée. Le but était de participer aux « olympiades de la physique ». Depuis, le club est devenu atelier, 18 groupes se sont succédés, sur des thèmes allant de la station d'épuration des eaux pour salle de T.P., au déplacement des supernovae lointaines en passant par le microscope à force atomique (il y en a encore 15 autres...). Nous avons rencontré des chercheurs et des industriels extraordinaires. Maintenant les groupes participent également à « exposciences », au concours européen « objectif sciences », à « science en scène » et même à un concours russe : « Step into the future » .

Les ateliers ont lieu le mercredi après midi. Les élèves sont tous volontaires. On choisit ensemble un sujet et on démarre le projet. Le projet dure environ deux ans : en première et terminale.

Pour mieux présenter l'atelier nous allons suivre trois projets complètement différents :

- L'étude des gyroscopes.
- Une image nanométrique pour un budget nanométrique.
- De l'eau pour tous.

Nous évoquerons alors la composition des groupes (filles, garçons). Le niveau des élèves. Les autres groupes avec lesquels ils ont travaillé. Le plaisir qu'ils ont de réaliser et de présenter le projet. Leurs rencontres avec des scientifiques. La persévérance, le courage. L'esprit de communication et d'équipe. Que font les élèves après le lycée. Qu'ont ils retenu de leur passage à l'atelier scientifique.

Il sera même possible de voir fonctionner le microscope à force atomique mis au point au lycée (je ne garanti pas la qualité de l'image car il risque d'avoir des vibrations parasites).

Pour conclure nous pourrions faire le lien avec les projets similaires qui sont réalisés dans autres lycées et en particulier le lycée professionnel Jules Verne de Tarare.

Faire aimer les sciences aux élèves d'un collège classé ZEP

LEFEVRE Thi Hoa Phuong, IUFM Rouen

Comment faire aimer les Sciences aux élèves d'un collège classé ZEP à Mantes La Jolie ? Comment faire accepter l'enseignement scientifique aux élèves de 2nde n'ayant pas obtenu de BEP en fin de 3^e ? Comment valoriser les Sciences et donner ainsi un sens à son enseignement ? J'ai tenté de répondre à ces questions en diversifiant mes pratiques et mes relations pédagogiques.

En effet, en rendant mes élèves acteurs de leur formation, j'ai pu les impliquer dans la construction de leurs apprentissages, ils se sentent ainsi valorisés et utiles lors des séances d'une part et ils acceptent d'effectuer des tâches données à faire chez eux car elles ont toujours une répercussion sur la séance suivante. Les séances de travaux pratiques sont transformées en séances d'activités expérimentales, il ne s'agit plus d'exécuter des tâches listées sur un protocole mais ce sont des élèves eux mêmes qui proposent un protocole suite à un travail préliminaire. La plupart du temps ils ont à émettre une ou plusieurs hypothèses pour répondre à une question posée par l'enseignant et l'expérience qu'ils ont à préparer tente de valider ou invalider l'hypothèse proposée par l'ensemble des élèves (après une mise en commun). En pratiquant ainsi, les phrases de conclusion (de synthèse) n'ont plus à être dictées par l'enseignant mais elles viennent des élèves. Le plus-value est, bien évidemment, ce qu'ils auront acquis lors des séances car chaque séance constitue la découverte (par eux mêmes) d'une nouvelle notion.

L'histoire des sciences racontée lors des séances anime aussi leur désir de comprendre l'évolution des notions (histoire de la lumière débouchant sur l'unité année de lumière, par exemple) A chaque séance, il s'agit de relever un défi : est-on capable de..... ? Les élèves apprennent en se posant des questions, en défendant leurs opinions et le tout dans la bonne humeur et dans une confiance totale car se rendant bien compte que la classe est un lieu d'erreurs, ils n'ont plus peur d'émettre les hypothèses même si parfois, elles semblent farfelues ! Cette démarche est très accessible (pas forcément facile à préparer, cependant) depuis que chaque établissement scolaire en secondaire dispose d'un vidéo projecteur et qu'il y ait de choix dans les animations flash sur divers sites pédagogiques. En effet, les photocopiés rendraient moins interactifs une situation déclenchante qu'une animation.

Puis j'ai trouvé un moyen qui n'est pas innovant mais qui n'est pas très utilisé (surtout au lycée) c'est le travail de groupe. Il n'est évidemment pas toujours facile de travailler en classe entière à 35 (en 2nde). En effet, les élèves non motivés qui se transforment en élèves en difficulté sont souvent noyés dans la masse, ne posent et ne se posent pas de questions. Le travail de groupe leur permet de prendre confiance et surtout de pouvoir mettre en valeur leurs autres qualités que celles liées à

l'enseignement scientifique (faire un schéma, faire un résumé, proposer des idées farfelues mais qui sont, parfois, pertinentes...) Encore faudrait-il donner réellement un objectif et un aboutissement à ces travaux de groupes. Un travail collectif sans but, ni d'organisation donne lieu aux débordements. Ainsi leur sont toujours exposés l'objectif et la place dans la progression du travail de groupe (Travail préliminaire obligatoire pour la construction d'un protocole, travail sur la synthèse suite à la validation d'une hypothèse (La 2^{ème} loi de Descartes, par exemple), travail sur la correction d'une évaluation formative ou formatrice avant d'arriver à une évaluation sommative...)

Enfin, il s'agit de transformer les modes d'évaluation. En effet, comment peut-on faire participer les élèves dans leur formation sans les associer dans leur évaluation ? Un système d'auto évaluation est mis en place de façon systématique avant chaque évaluation formative ou sommative. Pour cela, une fiche de compétences à acquérir est donnée après les séances de synthèse.

Dans cette démarche pédagogique, l'enseignant n'est plus celui qui transmet les savoirs, mais apparaît comme celui qui partage ses savoirs, les élèves sont ainsi plus disposés à accepter des exigences liées à cette discipline qui demande de rigueur scientifique et parfois d'imagination...

Un exemple remarquable de projet d'éducation scientifique : La Main à la Pâte, à l'école primaire

MARIN MICEWICZ Clotilde, Conseillère Pédagogique de Circonscription, à Lyon 1er et 6ème, Formatrice associée à « La Main à la Pâte »

- Dans un premier temps, il serait intéressant de faire un très rapide historique de l'opération, sa construction et implantation dans l'école primaire (1^{er} degré, dans le cadre des enjeux visés alors et encore aujourd'hui, dix ans après.

- Puis faire référence à « La Charte » : ce document fondateur en 1998 qui met un accent fort sur la démarche d'enseignement (:l'investigation) qui est entrée officiellement dans les nouveaux programmes de 2002 ; cette Charte avait instauré aussi d'autres innovations clefs, comme :

- *L'accompagnement scientifique* et une ouverture sociale forte pour l'école et son institution,
- La conception et utilisation du *cahier d'expérience* en classe, tel un véritable cahier du chercheur, avec un statut pour les écrits personnels de l'élève, un lien fort établi entre sciences et langue orale et écrite, une volonté de construction très progressive des savoirs, et un souci de cohérence et continuité verticale dans l'enseignement des thématiques scientifiques
- *L'ouverture, la communication, la mutualisation des outils et des expériences* de chacun : par le lien aux familles, par le lien avec les instituts de formation divers, par la mise en réseau d'un site internet de « La main à la pâte » et la coordination de nombreux sites pilotes en France....

- Ensuite, donner quelques indicateurs de réussite repérés chez les élèves et évoquer la question de l'évaluation et des conditions de réussite pour un tel projet

- Enfin, illustrer concrètement les propos avec la présentation d'un projet à l'école maternelle : « transvasements écoulements » (en faisant un rapide aperçu du projet,

avec des photos d'enfants en situation et des exemples de cahiers d'expérience en maternelle et élémentaire)

- Et/ ou (selon le temps) avec la présentation d'une mise en situation (par photos interposées) vécue avec des enseignants en situation de formation : « Coule ou flotte ? qu'est ce qui compte ? » ou comment faire vivre une démarche d'investigation aux enseignants...

Thème 3

« enseignement de la physique et formation des maîtres »

Accompagnement en ligne des enseignants

BONNET Gabrielle, Ecole Normale Supérieure de Lyon

Le Ministère et les Ecoles Normales Supérieures ont mis en place, depuis quelques années, un système d'accompagnement en ligne des enseignants de lycée dans les matières scientifiques ainsi qu'en géographie. En physique, le site CultureSciences-Physique (<http://csphysique.ens-lyon.fr>) existe depuis 3 ans déjà et voit passer plus de 500 visiteurs chaque jour.

Mis à la disposition des enseignants pour qu'ils puissent en toute occasion actualiser, renforcer et approfondir leurs connaissances, le site propose des articles et documents variés (vidéo conférences en ligne, expériences, QCM, simulations, etc.) écrits par des scientifiques issus d'horizons variés.

Une foire aux questions, enfin, permet d'interagir constamment avec les enseignants. Planètes extrasolaires et relativité, énergie et développement durable, fonctionnement de l'œil ou des disjoncteurs, questions sur l'enseignement des ondes en lycée, la teinte d'un vêtement mouillé, ou les trous noirs, le site offre des ressources très diverses, tout en mettant un accent particulier sur les thèmes transversaux ou d'actualité (problème de l'eau, question du nucléaire, ITER...).

Pour évoluer, le site a besoin de suggestions et de collaborations, car c'est à travers ses chercheurs, d'une part, qui contribuent à répondre aux questions ou à fournir des ressources, et à travers ses enseignants, d'autre part, qui expriment leurs attentes et leurs besoins, qu'il peut réaliser de mieux en mieux ses objectifs.

L'apprentissage de savoirs scientifiques opérants par la problématisation

BRIAUD Philippe, IUFM des Pays de la Loire – CREN Université de Nantes 4 Chemin de Launay violette BP 12227 – 44322 Nantes cedex 3

Notre expérience d'enseignant et de chercheur nous a montré que le savoir scientifique scolaire des élèves est difficilement opérant même pour ceux qui ont suivi un cursus scientifique assez poussé. De ce constat, nous faisons l'hypothèse que cette inaptitude des élèves à pouvoir utiliser leurs connaissances scientifiques pour expliquer des phénomènes, même assez simple, de la vie courante est une des raisons aux manques d'attrait des sciences physiques pour beaucoup d'entre eux. Pour tenter d'enrayer ce fait nous pensons qu'il faut faire vivre aux élèves des situations pédagogiques où ils acquièrent assez rapidement des compétences scientifiques qui leur assurent une certaine autonomie dans cette discipline. Comme le permet la pratique sportive en EPS ou le maniement d'un instrument de musique en éducation musicale ou les compétences techniques dans un secteur industriel en lycée professionnel.

Les nouveaux programmes des sciences physiques au collège et au lycée vont dans ce sens puisqu'ils privilégient les situations d'apprentissage où les élèves sont confrontés à des situations- problèmes qui favorisent les démarches d'investigation. L'apprentissage n'est plus pensé sur le mode de la transmission mais sur celui de la construction de connaissances par l'apprenant. Pour conduire ces situations de classe l'enseignant doit être formé à cette épistémologie de la science et de son apprentissage. C'est pourquoi nous proposons aux étudiants et aux stagiaires professeurs de sciences des séances de formation professionnelle à l'IUFM où ils sont placés dans des situations de travail analogues à celles que nous préconisons pour l'apprentissage scolaire.

Les conditions de réalisation de ces situations sont les suivantes :

-Travail en groupe de 3 ou 4, pour répondre à une question scientifique adaptée au niveau des apprenants. -Présentation par chaque groupe de sa solution à l'ensemble de la classe et discussion collective sur les différentes solutions proposées.

-Institutionnalisation du savoir à acquérir.

Dans cette communication nous présenterons les problématiques des étudiants et des stagiaires sur le fonctionnement d'un flash d'appareil photographique. L'analyse de leur travail pour construire et résoudre ce problème nous renseigne sur l'aptitude qu'ils ont pour réinvestir leurs savoirs scientifiques et le questionner. Notre étude montre que les situations problèmes sont des dispositifs pédagogiques qui permettent un apprentissage scientifique différent de celui réalisé avec un enseignement dit traditionnel. La problématisation permet aux élèves d'acquérir des compétences en sciences qui peuvent leur donner confiance pour s'engager dans des professions scientifiques.

La formation à distance fondée sur le modèle collaboratif : une autre façon de faire aimer l'enseignement de la physique aux enseignants du primaire

*DE HOSSON Cécile, Laboratoire de Didactique des Sciences Physiques (LDSP) Université Paris 7 -
TRESTINI Marc, IUFM d'Alsace*

Nombreux sont les enseignants du primaire qui profitent aujourd'hui d'Internet et de ses nombreuses richesses pédagogiques. Le web est en effet un outil formidable de communication et d'investigation pédagogique, mais c'est également un lieu de formation qui offre une flexibilité propice à un accompagnement scientifique efficace. Depuis trois années, l'IUFM d'Alsace dispose d'une plate-forme de Formation à Distance (ACOLAD) développée par le département ULP-Multimédia de Strasbourg destinée aux professeurs des écoles stagiaires dans le cadre de leur formation initiale ainsi qu'aux enseignants du primaire dans le cadre de la formation continue. Si elle demeure un lieu d'échanges et de ressources, cette plate-forme est surtout un véritable espace de travail collaboratif où peuvent se construire de façon interactive des séquences d'enseignement avec l'aide d'un accompagnateur garant de la pertinence pédagogique, didactique et scientifique des séquences envisagées.

Dans ce contexte, nous avons souhaité mener une expérience de formation à distance d'enseignants du primaire autour du thème : « Vision, ombre et lumière, expériences pour le cycle 3 ». L'analyse de cette expérience est l'objet de cette proposition de communication :

Cette formation a pour objectif l'élaboration d'une séquence d'enseignement de sciences physiques. Les enseignants inscrits à la formation disposent d'un cours mis à

leur disposition sur la plate-forme, dans lequel ils peuvent trouver un rappel des notions scientifiques importantes, une présentation des conceptions initiales des élèves de cycle 3, et quelques propositions de dispositifs expérimentaux à commenter. A partir de ce cours, les enseignants ont pour tâche de construire leur séquence. Cette formation intègre trois modalités de travail différentes : un temps en présentiel qui permet à chacun de se rencontrer, de s'approprier la métaphore spatiale, et d'entrer dans la problématique du stage (ici, construire une séquence d'enseignement) ; un temps en formation synchrone, la plupart du temps sous forme de *chat* ; un temps en formation asynchrone, où chacun dépose librement sur la plate-forme le fruit de ses réflexions et vient récupérer les productions disponibles. Ce type de formation présente de nombreux avantages. Elle invite les stagiaires à entrer dans une dynamique de travail collaboratif tout à fait propice à la mutualisation des savoirs et des compétences de chacun. Elle permet également une grande flexibilité puisqu'elle se déroule sur trois mois. Ainsi, parmi les diverses formes traditionnelles de formation des enseignants (stage, conférences, cours magistraux, etc.) la formation à distance facilite l'échange entre pairs autour des pratiques pédagogiques, considérées dans un contexte disciplinaire spécifique (l'enseignement des sciences). Elle permet de travailler à la fois l'approche pédagogique et le contenu visé sans alourdir le temps en mode présentiel que nous savons non extensible.

L'analyse envisagée vise à évaluer l'impact d'une telle modalité de formation à la fois sur la mobilisation des enseignants formés et sur les qualités pédagogiques et didactiques de la séquence produite.

Expérience vs théorie pour faire aimer la physique. Est-ce une bonne question ?

DUPIN Jean-Jacques, UMR Apprentissage, Didactique, Évaluation, Formation, IUFM d'Aix-Marseille

Depuis la réforme des programmes de 1902 et l'introduction d'enseignements expérimentaux, un véritable leitmotiv est apparu lors des débats qui ont traversé la profession tout au long du siècle : si l'enseignement des sciences physiques rencontrait des difficultés, c'est parce qu'il n'était pas assez pratique. Aussi chaque réforme (et il y en eut beaucoup) visait à corriger ce défaut. Le recours toujours plus grand à l'expérience était sensé rendre cette discipline plus accessible, plus attrayante pour les élèves. Force est de constater que le résultat n'est pas à hauteur des attentes. Et l'on peut donc raisonnablement se poser la question de la pertinence de cette quête sans fin de « plus d'expérience ».

De façon évidente, la question du rapport à l'expérimental est centrale pour l'enseignement des sciences physiques. De nombreux travaux de recherche en didactique l'ont étudiée. Ils ont montré que l'on ne pouvait se contenter d'une mise en activité des élèves si l'on espérait parvenir à une construction rationnelle des connaissances scientifiques. C'est par l'articulation d'activités de modélisation et d'expérimentations que l'élève peut donner du sens aux problèmes auxquels il est confronté. L'opposition n'est pas donc pas entre une « théorie » rébarbative et une expérience motivante. La difficulté à résoudre est bien de pouvoir proposer aux élèves des activités scientifiques, adaptées à leur niveau scolaire, autorisant une approche où constructions « théoriques » et activités expérimentales se complètent harmonieusement de façon à donner du sens : pour résoudre tel problème, pourquoi avons-nous besoin de telle modélisation, pourquoi avons-nous besoin de faire telles expériences ?

A titre d'illustration de ce qu'il est possible de faire, nous présentons des séquences expérimentées et évaluées au collège. Elles traitent des questions d'électrocinétique en courant continu. Basées sur la mise en place du « débat scientifique en classe », elles s'efforcent d'aider les élèves à construire le modèle acceptable par le physicien par une double confrontation : confrontation par débat argumentatif des diverses hypothèses émises par les élèves, confrontation avec des expérimentations à déterminer ensemble. Ces activités, pour être productrices d'apprentissage, ne sauraient se confondre avec du débat spontané. Elles nécessitent une construction didactique précise pour pouvoir se dérouler avec succès dans une classe ordinaire, avec des enseignants et des élèves « standard ». L'évaluation permet de repérer ce que les élèves ont appris au cours des séances. Elle montre aussi que l'intérêt pour les questions « théoriques » peut être très vif, dès lors que leur nécessité est reconnue.

Ne cachons pas cependant que toutes les questions de physique traitées dans l'enseignement obligatoire ne se prêtent pas forcément à de telles démarches. Rien ne garantit que les élèves puissent toujours émettre des hypothèses testables permettant de construire peu à peu un modèle acceptable. Il est donc risqué de prétendre construire tout un curriculum sur de telles bases. En revanche, lorsque cela est possible, il serait absurde de ne pas utiliser des approches permettant d'apprendre tout en développant un attrait indéniable pour les sciences. Les recherches en didactiques ont déjà exploré les domaines de possibles accessibles suivant les niveaux.

Ceci entrerait dans une vision plus « pluraliste » de l'enseignement des sciences physiques à l'école où il pourrait y avoir un temps pour des activités de type débat scientifique lorsque cela est possible, un temps pour des approches plus « traditionnelles » lorsque c'est inévitable et pour des contenus jugés incontournables, enfin un temps consacré à des activités relevant plus de « la vulgarisation scientifique » avec comme objectifs l'information et la formation citoyennes, la motivation, l'envie de faire des sciences...

La Physique enseignée peut-elle être la même quel que soit le contexte ?

MARTINAND Jean-Louis, ENS Cachan, UMR-STEF

L'enseignement des disciplines scientifiques expérimentales prend en charge, de manière évidemment différente selon les niveaux, trois missions :

- familiarisation pratique avec des objets, des phénomènes, des processus que la vie courante ne permet pas de rencontrer ;
- questionnement et appropriation actifs de concepts, de modèles, de théories pour interpréter ce monde enrichi des objets et des phénomènes ;
- modification des manières communes de s'intéresser au monde, de le décrire et de l'interpréter, au moyen de systèmes de symbolisation et de calculs plus performants.

On retrouve de fait dans tous les programmes des indications correspondant à ces trois missions, mais assez rarement développées de façon systématique, et très rarement attentives à l'explicitation des idées directrices pour chaque niveau, avec les continuités et discontinuités. Une question cruciale est alors celle de la distinction entre « commencements », « bases », et « fondements ».

Pour penser de manière plus adaptée des contenus et des formes d'enseignement pour les différentes filières, générales scientifiques ou non-scientifiques, technologiques ou professionnelles, il semble utile de réfléchir aux fonctions de

l'apprentissage de la discipline dans la filière. Trois fonctions peuvent être distinguées :

- la discipline peut jouer le rôle de « discipline de cœur », axe central de la filière, et à ce titre contribution principale à la « culture », aux dispositions et aux compétences en développement chez l'élève ou l'étudiant ;
- la discipline peut jouer le rôle de « discipline de service », réponse aux besoins d'étayage, de prolongement ou de complémentation de la ou des « disciplines de cœur » de la filière ;
- la discipline peut et sans doute doit jouer, dans tous les cas le rôle de « matière d'ouverture », préparation à l'accueil curieux des changements qui trouvent leur origine ou leur explication dans les progrès de recherche et d'innovation qui servent de référence à la discipline.

Ces distinctions seront illustrées par des propositions pour la physique dans la formation professionnelle, en particulier sur l'exemple des rapports entre la dynamique et la technologie pour la maintenance automobile (bac. Professionnel).

Un cédérom pour la formation des enseignants du second degré en physique-chimie : « Concevoir et analyser les activités expérimentales en sciences physiques : une démarche centrée sur l'observation des élèves »

*RICHOUX Hélène, UMR ICAR
SAINT-GEORGES Monique, IUFM du Limousin,
SIMON Christiane, Lycée J.J. Rousseau Sarcelles*

Au collège comme au lycée, les travaux pratiques de physique et de chimie jouent un rôle essentiel dans l'enseignement des sciences. De multiples questions se posent à l'enseignant : comment préparer une séance correspondant aux objectifs d'apprentissage visés ? Quelles consignes formuler pour amener les élèves à s'impliquer ? Quelles sont les activités effectives des élèves et les connaissances qu'ils mobilisent dans des situations expérimentales ? Pour répondre à ces questions, ce cédérom³ propose dans une première partie l'observation pas à pas de trois séances de travaux pratiques, d'abord du côté de l'enseignant qui prépare et encadre, puis du côté de plusieurs binômes d'élèves, dont les étapes de travail sont restituées en vidéo. Ainsi les enseignants en formation sont invités, à travers un ensemble d'extraits vidéo et d'extraits de copies, à *suivre* les élèves qui élaborent leurs raisonnements, vrais ou faux avant de formuler leurs réponses écrites. Ils peuvent ainsi d'une part découvrir une partie du travail de l'élève qu'il est difficile au professeur d'observer pendant la classe et, d'autre part, prendre conscience de la variété des cheminements et des raisonnements des élèves lorsqu'ils ont un espace d'autonomie.

Ces trois séances de travaux pratiques ont été spécialement conçues, dans le cadre d'une recherche associant l'INRP et l'UMR ICAR, pour étudier l'activité effective des élèves dans des situations qui les impliquent. Elles ont été élaborées par une équipe d'enseignants, de formateurs et de chercheurs en didactique des sciences physiques et chimiques et réalisées dans des classes normales de lycées de la banlieue parisienne par un professeur de l'équipe.

³ Le cédérom "Concevoir et analyser les activités expérimentales en sciences physiques – Une démarche centrée sur l'observation des élèves" est publié par l'INRP (2005).

Parallèlement, ce cédérom offre un ensemble d'outils de conception et d'analyse de séances de TP (grille de caractérisation des tâches prescrites en TP, formulaire des objectifs d'apprentissage avec leurs mises en situation), permettant aux enseignants du secondaire d'analyser leur propre pratique et, le cas échéant de la perfectionner dans le sens d'une meilleure adéquation aux besoins des élèves et à la réussite des objectifs d'apprentissage visés pour eux.

L'ensemble des documents disponibles dans le cédérom (séances de TP et outils d'analyse de pratiques) ont été testés dans huit IUFM⁴, en formation continue comme en formation initiale (PLC2 physique-chimie, PLP2 mathématiques-sciences, PLC1 en préparation à l'épreuve sur dossier du CAPES de physique-chimie) à l'occasion de formations ayant essentiellement deux objectifs :

- l'analyse de démarches d'enseignement,
- le travail sur les conceptions et sur le raisonnement des élèves. L'intérêt du cédérom est de réunir ainsi une grande variété de ressources et de documents dont les usages croisés permettent des combinaisons multiples et adaptables à différents objectifs de formation.

La transition université – enseignement secondaire, un changement de paradigme ...

TOUSSAINT Jacques, IUFM de Lyon et UMR-STEF

Pour un enseignant, la maîtrise de la discipline (enseignée), c'est aussi d'avoir une idée précise de la science qu'on lui demande de présenter aux élèves, tout au long du cursus scolaire. Le lauréat des concours de recrutement (CAPES, Agrégation) a acquis les éléments d'une physique qui, proche des lieux de sa production, universitaires et de recherche, repose sur certains paradigmes. Kuhn parle, dans ce cas, de matrice disciplinaire ; elle peut se décliner de diverses façons, et nous en montrerons quelques exemples à partir d'ouvrages récents.

L'enseignant du secondaire doit assurer la diffusion d'une physique dont les éléments ont été choisis par les auteurs des programmes. Ce ne sont, en général, pas ceux qu'ils ont reçus en tant qu'élèves (il y a quelque temps ...) ni en tant qu'étudiant (il y a peu ...). La « matrice curriculaire » qu'ils doivent construire emprunte à la physique reçue à l'université (modèles, expériences, pratiques de référence, ...) mais exige aussi l'adaptation aux situations de classe. Nous expliciterons cette transition sur l'exemple d'une promotion de jeunes enseignants : la formation doit conduire à interroger les valeurs scientifiques, mais aussi sociales, qui sont portées par ces programmes d'enseignement.

⁴ Cette expérimentation, soutenue par la "Mission Formation" de l'INRP, s'est déroulée pendant l'année 20042005.

Thème 4

« innovations pédagogiques »

Deux exemples de dispositifs didactiques utilisant le problème de physique dans l'enseignement secondaire

*Jean Marie BOILEVIN, UMR ADEF (IUFM Aix-Marseille ; Université de Provence ; INRP),
jm.boilevin@aix-mrs.iufm.fr*

Depuis quelques années, la littérature pédagogique concernant l'enseignement de la physique (manuels, revue d'associations de spécialistes, sites Internet institutionnels ou non) comme les prescriptions (Instructions Officielles) ou encore les documents d'accompagnement des programmes utilisent fréquemment les expressions situation-problème et problème ouvert (ou situation ouverte).

Pour justifier cette utilisation, l'intérêt didactique des problèmes est souvent mis en avant par différents auteurs en mettant l'accent notamment sur la relation entre problème et apprentissage de la physique. Mais la signification même des expressions utilisées pour convoquer le problème de physique ne semble pas stabilisée. De même, les points de vue épistémologiques, psychologiques et didactiques sous-jacents ne sont pas souvent explicités. N'y a-t-il pas alors un risque que des malentendus apparaissent et que des divergences sur les questions d'enseignement-apprentissage naissent de l'utilisation de termes divers (problème, situation-problème, problème ouvert, problématisation) sans qu'un travail sur le sens n'est été accompli ?

De très nombreux travaux de recherches sur la résolution de problèmes en contexte scolaire existent. Ainsi le « Problem-Based Learning » semble très développé comme démarche d'enseignement dans le monde anglo-saxon.

Pour notre part, nous proposons de préciser le sens que nous attribuons au mot problème puis d'analyser quelques rôles didactiques possibles pour le problème de physique dans l'enseignement-apprentissage de la physique. Nous présentons ensuite deux types d'activités rencontrées dans l'enseignement de la physique en France et qui ont fait l'objet de réflexions théoriques et de tentatives de validation par certains chercheurs en didactique : la situation-problème et l'activité de résolution de problème ouvert. La comparaison des points de vue épistémologiques, psychologiques et didactiques sur lesquels s'appuient ces deux dispositifs didactiques permet alors d'interroger la nature et la place du problème dans l'apprentissage de la physique. La situation-problème et l'activité de résolution de problème ouvert partagent en effet les mêmes points de vue sur l'apprentissage des sciences (hypothèse socioconstructiviste) et sur le fonctionnement actuel de la science (épistémologie contemporaine). Même si les activités mise en œuvre avec les élèves s'appuient sur des concepts didactiques différents dans les deux cas (la situation au sens de Brousseau pour le premier et la pratique sociale de référence pour le second) le concept clé est bien le problème de physique. Celui-ci apparaît comme le moteur de la progression scientifique.

Ces deux types d'activité ainsi amènent les élèves à travailler la construction de problème de physique et elles pourraient donc devenir de vraies situations d'apprentissage si les enseignants prenaient conscience des choix bien souvent implicites auxquels ils ont recours. En particulier, ces types de séance d'enseignement-apprentissage s'appuient sur le « partage du pouvoir » et le

« partage du savoir ». Avant de mettre en place une telle activité, il convient de préciser ce qui sera à la charge des élèves et ce qui sera de la responsabilité du professeur dans les interactions en classe.

Concevoir un logiciel en fonction des difficultés de raisonnement : exemple du logiciel atelier cinétique

DUPREZ Chantal Maître de conférences, Université de Lille 1, UFR de Physique, 59655 Villeneuve d'Ascq, LDSP Université Denis Diderot – Paris - chantal.duprez@univ-lille1.fr
CHAUVET Françoise, LDSP Université Denis Diderot – Paris - fchauvet@club-internet.fr

Dans les programmes de seconde de 2000, une place importante est donnée à la modélisation. Il est notamment demandé de montrer le lien qu'il peut exister entre le macroscopique et le microscopique à propos des notions de pression et de température. Les documents d'accompagnement portent la marque de résultats de recherches didactiques antérieures, menées au niveau collège, sur l'introduction d'un modèle cinétique particulière pour expliquer les propriétés physiques des gaz, avec appui sur une simulation (Chomat, Larcher, Méheut 1990, Méheut, 1996). Notre équipe a réadapté cette simulation⁵ à la puissance actuelle des ordinateurs.

Le logiciel a des particularités qui tiennent compte des difficultés de raisonnement dont on vise le dépassement. Le mot pression n'est pas affiché, la notion étant à construire par l'utilisateur à partir des effets statistiques et dynamiques des chocs et à relier à la grandeur macroscopique « force par unité de surface ». Seuls les nombres de chocs par unité de surface, pour une durée donnée sont affichés. On vise une première approche des forces pressantes à partir des effets des chocs associés à leur fréquence. Le choix de simuler deux volumes de gaz séparés par une paroi mobile vise une autre difficulté : la non-prise en compte de la pression atmosphérique considérée comme un état « normal sans pression » (Séré, 1985). C'est le sens de déplacement de la paroi une fois libérée qui sert d'indicateur pour comparer les pressions de part et d'autre. La masse des particules, variable pour le modèle cinétique, est introduite comme paramètre de la simulation, alors qu'elle est cachée dans l'équation d'état $pV = nRT$ liant les variables macroscopiques. Le logiciel permet de simuler des situations où l'égalité des pressions ne correspond pas à une égalité des nombres de chocs, alors que l'association pression et fréquence des chocs est souvent privilégiée par les élèves (Méheut, 1996) ou les étudiants (Rozier, 1988). Le logiciel est aussi un support privilégié pour chercher de quelles variables dépend (ou ne dépend pas) la pression alors qu'il est difficile pour les apprenants de tenir compte de plusieurs variables à la fois (Rozier, 1988).

Deux enquêtes complémentaires ont été menées auprès d'élèves de seconde, avant et après une utilisation de la simulation en classe, guidés par des enseignants expérimentés et auprès d'étudiants de DEUG certains ayant utilisé le logiciel et d'autres non. Ces enquêtes ont montré une amélioration des raisonnements chez les utilisateurs du logiciel.

⁵ Adaptation : F. Chauvet et C. Duprez, Université de Lille I. Réalisation : F. Rouzé, Service d'Enseignement MultiMédia, Université des Sciences et Technologies de Lille 1

L'expérience contre-intuitive, un outil au service de l'apprendre ?

EASTES Richard-Emmanuel, Professeur agrégé de sciences physiques, Chargé de mission au Département d'Etudes Cognitives, Ecole normale supérieure (Paris)

PELLAUD Francine, Docteur en Sciences de l'éducation, Maître assistante à l'Université de Genève, Laboratoire de didactique et épistémologie des sciences (LDES).

Les expériences « spectaculaires » sont utilisées aussi bien dans la vulgarisation scientifique que dans l'enseignement des sciences. Parmi elles, il existe une catégorie bien particulière de manipulations dont l'intérêt pédagogique semble a priori indéniable : celle des expériences contre-intuitives qui permettent à la fois d'émerveiller, de perturber les conceptions de l'apprenant et de le motiver à en savoir davantage.

Toutefois, l'analyse didactique de ce concept montre que :

- pour être contre-intuitive et permettre d'atteindre les objectifs pour lesquels elle est imaginée, une expérience doit être réalisée dans un contexte qui vérifie certains critères indispensables ;

- sans un accompagnement adapté à la perturbation qu'elle induit, une expérience contre-intuitive peut se révéler totalement inutile, voire néfaste pour l'apprenant.

En nous fondant sur nos recherches menées dans le cadre de l'approche dite « allostérique »¹ de l'apprendre et en nous appuyant sur quelques expériences fondatrices, nous montrerons comment l'expérience contre-intuitive peut constituer un outil pédagogique extrêmement pertinent à condition qu'il soit mis en oeuvre au sein d'un environnement didactique approprié.

Incidentement, nous suggérerons l'idée que l'expérience contre-intuitive est également susceptible de constituer un outil didactique particulièrement performant pour le chercheur didacticien.

BIBLIOGRAPHIE

EASTES, R.-E. & PELLAUD, F. Un outil pour apprendre : Intérêts, limites et conditions d'utilisation de l'expérience contre-intuitive ; Bulletin de l'Union des Physiciens spécial didactique, juillet-août-sept. 2004. Annexe expérimentale : <http://udppc.asso.fr/bup/866/08661197.zip>

EASTES, R.-E. & PELLAUD, F. Un modèle pour comprendre l'apprendre : le modèle allostérique; Gymnasium Helveticum, janvier 2005, n° 01/05, p.28-34.

EASTES, R.-E. Les pièges de la médiation scientifique : proposition de « bonnes pratiques » ; L'actualité Chimique spécial médiation de la chimie, n°280-281, novembre-décembre 2004, p.63.

Innovation pédagogique en collège dans une classe de 4^{ème} sur les hologrammes

GARD Marion, Collège Victor Grignard 177 avenue Paul Santy Lyon 8^{ème}

C'est un projet de culture scientifique, technique et industriel, qui a permis de réunir autour de collégiens de 4^{ème} des industriels, des chercheurs, des enseignants et des étudiants du domaine scientifique. Il a été soutenu par le comité de l'année mondiale de la physique. Ce travail d'équipe a permis d'aboutir à un travail de qualité qui a été présenté à des expositions et à des concours.

Le cadre : Quarante élèves d'un itinéraire de découverte intitulé : « En route vers la lumière » .

Le sujet : Les hologrammes Les acteurs : des élèves de 4^{ème} de classes différentes et trois enseignants, en Anglais, Français, et Sciences physiques, un industriel, Laserscene à St Pierre de Chandieu, un enseignant chercheur, M Galvan de l'école CPE.

Réalisation : Cet itinéraire démarre par la présentation des hologrammes de l'industriel. Le premier contact est artistique, les élèves admirent les œuvres et dans un deuxième temps ils demandent à découvrir la technique. Des recherches sur Internet en Anglais et en français sont ensuite organisées, elles vont donner naissance à des panneaux explicatifs. Parallèlement les élèves expérimentent et trouvent les bonnes conditions pour enregistrer des hologrammes. Les premiers essais ont été effectués à l'école CPE (chimie, physique électronique au campus de la Doua à Lyon) puis dans un deuxième temps les élèves ont mis au point l'enregistrement au collège. L'opération est très délicate puisqu'il y a de nombreuses vibrations dans un établissement. Les élèves ont présenté deux types de montage : par transmission et par réflexion.

Production : Afin de valoriser leurs travaux et de faire partager à d'autres scolaires leur expérience, une exposition de 15 jours au Mat Electrique (rue Jean Jaurès à Lyon 7^{ème} a eu lieu au mois de mai dernier. Dans cette exposition, des hologrammes de Laserscene ont été présentés ainsi que les manipulations que les élèves avaient mis au point. Cette exposition a été animée tour à tour par les collégiens accompagnés de leur professeur de Sciences Physiques, par des doctorants de CPE, par des maîtres de conférence et par l'enseignant chercheur de CPE. Elle a accueilli tous les scolaires de Lyon désireux d'en apprendre davantage. Les rendez-vous ont été pris au CCSTI(centre de culture scientifique technique et industriel) Nous avons reçu 250 élèves de l'école primaire au lycée. Tous les élèves de 4^{ème} du collège ont pu également admirer cette exposition. Une soirée sur le thème a été organisée au même endroit. Trois conférenciers ont participé : M Smigielski de l'université de Strasbourg, un des premiers à avoir enregistré des hologrammes, M Brun, du pôle optique de Saint Etienne et M Mazzero, holographiste.

Résultats : D'autre part les élèves ont présenté leurs travaux en anglais aux Expo Sciences en mai dernier, ils ont obtenu le troisième prix devant deux lycées. Le collège a présenté ce projet également au concours national du prix de l'innovation 2005. Nous avons obtenu une mention.

Perspectives : Cette année le projet se poursuit. D'autres élèves vont présenter leurs travaux à une exposition en novembre et début décembre (10 jours) dans une galerie des Terreaux, toujours avec Laserscene et CPE, puis feront quatre nocturnes lors des fêtes des lumières.

Soutien : Nous avons été soutenus par :

1. Le rectorat. Nous sommes collège « Objectifs sciences »
2. La région, par le biais du comité de l'année mondiale de la physique.
3. Lasercene qui n'a pas pris de commission pour son exposition, qui a participé à la formation des collégiens et qui nous a mis à disposition du matériel.
4. CPE qui nous a prêté du matériel, le laboratoire et leur aide technique
5. Le Mat Electrique qui nous a prêté sa salle pour l'exposition gratuitement.

Objectifs : Faire aimer les sciences. ; amener les élèves à formuler les hypothèses, à les confronter aux faits et ainsi développer leur pensée logique. ; construire une problématique, une démarche expérimentale ; développer la curiosité intellectuelle, la créativité et l'esprit critique ; ouvrir l'école à la culture scientifique ; développer l'autonomie mais également apprendre à travailler en équipe ; faire un travail pluridisciplinaire ; montrer l'utilité de l'anglais dans les travaux scientifiques à travers la recherche sur Internet et la communication ; s'adapter à des situations nouvelles avec des classes différentes ; utilisation des TICE.

Un exemple d'étude didactique à propos de l'enseignement du concept d'énergie potentielle

KHANTINE-LANGLOIS Françoise, Laboratoire LIRDHIST (Université Claude Bernard - Lyon 1)

Nous nous proposons de présenter un travail de thèse en cours au LIRDHIST comme exemple des recherches menées en didactique de la physique à Lyon I . Ces recherches s'appuient sur la double orientation du laboratoire : didactique et histoire des sciences. Le concept étudié est celui d'énergie potentielle. L'objectif étant de voir comment introduire ce concept de façon à ce qu'il ait une signification physique pour les élèves et qu'ils puissent le réinvestir plus facilement à l'université. Les physiciens distinguent deux types d'énergie: l'énergie cinétique et l'énergie potentielle. L'enseignement utilise logiquement la même distinction. Mais une analyse des manuels d'enseignement au niveau lycée, anciens ou actuels, montre une grande différence de traitement de ces deux concepts. L'énergie cinétique est à peu près toujours introduite de la même manière : même définition, même formalisme mathématique, même interprétation physique. Il n'en est pas de même pour l'énergie potentielle. Pour certains c'est une énergie "en réserve", pour d'autres une énergie qui ne se transforme qu'en énergie cinétique ou qui se confond plus ou moins avec l'énergie interne. L'énergie potentielle de pesanteur occupe une place privilégiée. C'est elle qui sert à introduire "que l'énergie potentielle n'est définie qu'à une constante près". Les autres énergies potentielles sont définies par une généralisation rapide et ne sont pas vraiment réinvesties par la suite. En effet les énergies électriques ou magnétiques par exemple ne sont pas qualifiées de 'potentielle' et l'introduction du potentiel électrique se fait sans référence à l'énergie potentielle. La consultation des écrits de Rankine ou de Maxwell montre que la transposition reproduit les débats des physiciens. Cependant ceux-ci s'accordent tous sur le fait que l'énergie potentielle est une énergie d'interaction entre éléments d'un système déformable, énergie qui dépend donc des positions relatives des éléments les uns par rapport aux autres. Notre objectif est de bâtir une introduction de l'énergie potentielle qui privilégie cet aspect et non de la présenter comme c'est souvent le cas actuellement comme simple différence entre l'énergie totale et l'énergie cinétique.

Est-ce que le multimédia permet de faire aimer la physique ?

LEBRUN Nathalie, UFR de Physique, Université des Sciences et Technologies de Lille (USTL), Villeneuve d'Ascq

DUPREZ Chantal, Laboratoire de Didactique des Sciences Physiques, Université Denis Diderot Paris 7

L'UFR de Physique ainsi que l'Université de Lille ont développé depuis quelques années une politique volontariste pour l'intégration du multimédia dans l'enseignement de premier cycle. Plusieurs actions différentes ont été mises en place : Certaines séances de TD sont basées sur l'utilisation de simulations et de logiciels interactifs. Une fiche détaillant des activités à réaliser est distribuée en début de séance. Au fur et à mesure, les étudiants répondent sur la fiche à des questions en fonction de ce qu'ils découvrent. Ce type d'enseignement a lieu pour l'instant en SM, pour 30 % de l'effectif de SV et de MIAS

- Des tests de type QCM sont conçus en fonction des difficultés prévisibles et des aides sont proposées (commentaires, ressources multimédia, livres ...) en fonction des réponses.

- Des ressources pédagogiques sont consultables en ligne pour aider les étudiants dans leur travail personnel (préparation des TP, revoir le cours, faire des exercices ...)
- Des vidéos et des simulations sont utilisées en cours illustrant les concepts théoriques difficiles à faire passer en enseignement traditionnel.

Cette introduction du multimédia dans l'enseignement a été possible en raison d'une politique volontariste de l'UFR de Physique et de l'USTL. Un service d'enseignement multimédia (SEMM) travaille à la création des logiciels quand ils n'existent pas, l'UFR de Physique a donné des décharges de service pour créer les scénarios pédagogiques à partir des logiciels. L'entraide entre universités a permis d'accéder à des logiciels d'un grand intérêt pédagogique, notamment des logiciels réalisés à partir de résultats de recherche didactique sur les conceptions.

Cette rénovation pédagogique de 1^{ère} année de DEUG a été évaluée positivement par les étudiants. Nous constatons un meilleur apprentissage de l'autonomie et une réceptivité plus importante des étudiants. Les étudiants apprécient d'avancer à leur rythme, d'être plus actifs qu'en tds traditionnels.

Dix entretiens ont été menés auprès d'enseignants. Les enseignants qui utilisent le multimédia en présence des étudiants le font parce que c'est une génération tournée vers l'audiovisuel, parce que certains concepts sont difficiles à faire passer avec des explications au tableau. C'est un mode de travail complémentaire : on fait les calculs, la mise en équation dans les tds traditionnels (TDT) et, en multimédia, on peut travailler sur la conceptualisation. Les logiciels les plus intéressants sont ceux dont l'interactivité est importante, ceux avec lesquels on peut faire réfléchir les étudiants. Les enseignants regrettent de ne pas avoir d'évaluation de l'impact de ce type d'enseignement. La majorité d'entre eux n'aurait pas fait ce type d'enseignement si les séances n'avaient pas été préparées par un collègue, car c'est beaucoup plus long à concevoir qu'un TDT (5 à 6 fois d'après l'un d'entre eux). Les enseignants qui n'utilisent pas le multimédia dans leur enseignement, pensent qu'il est intéressant de proposer ce type de produit aux étudiants qui doivent faire une démarche personnelle quand ils n'ont pas compris quelque chose, comme ils utiliseraient les livres d'une bibliothèque. Ils pensent que devant l'ordinateur, tout paraît clair et que, faute de difficultés, les étudiants ne vont pas assimiler les concepts. Ils craignent que les étudiants passent leur temps à cliquer au hasard.

Plate-forme Nanomonde : Une porte d'entrée privilégiée dans la pratique des nano-sciences & technologies

MARCHI Florence(1), MARLIERE S. (3), URMA D. (3), CORNU S. (2), CHEVRIER J. (1)
 (1)Université Joseph Fourier (UJF), Campus universitaire, 38042 Saint Martin d'Hères
 (2)CIME, Pôle CNFM, 46 Avenue F. Viallet, 38031 Grenoble, France
 (3)ICA-ACROE, 46 Avenue Felix Viallet, 38031 Grenoble

Depuis quelques années, des formations autour des nano-sciences et nano-technologies se développent afin de répondre aux besoins grandissant dans ces domaines émergents. Jusqu'à présent, peu de TP sont associés à ces formations car les techniques d'élaboration et de caractérisation liées à ces domaines sont coûteuses et contraignantes (salle blanche, MEB, etc...). Pour remédier à cette limitation les deux universités scientifiques de Grenoble (INPG et UJF) ont mis en place, la plate-forme d'enseignement nanoMonde. Cette plate-forme basée sur l'utilisation de *microscopes en champ proche* et d'un *profilomètre/vibromètre optique*, est située au CIME (Centre interuniversitaire de Micro-Electronique). Elle est opérationnelle depuis

début janvier 2004 et a accueilli à ce jour environ 500 étudiants de niveau master et de niveau doctoral et post-doc.

Cette plate-forme est composée de trois postes de travail, à savoir un *poste AFM* (microscope à force atomique), un poste *STM* (microscope à effet tunnel) et un poste profilomètre/vibromètre optique. Le choix de ces techniques s'explique par leur souplesse d'utilisation (absence de contrainte environnementale) associées à leur capacité de caractérisation topographique et électrique des surfaces de l'échelle micronique à l'échelle atomique ainsi qu'à leur utilisation comme outil de nanofabrication.

Ces techniques se répandent de plus en plus dans le milieu industriel de la micro/nanoelectronique/technologie.

Le TP STM est basé sur l'imagerie d'une surface de graphite de l'échelle sub-micronique à l'échelle atomique et sur la caractérisation de la jonction tunnel pointe-surface.

Le TP AFM (figure 1) comporte une introduction à l'imagerie (et ses artéfacts associés) sur des surfaces micro-structurées et une partie basée sur l'utilisation du mode spectroscopie afin de déterminer et mesurer les différents types de forces rencontrés à l'échelle nanométrique (force capillaire, électrostatique et capacitive, chimique, etc....).

En complément de cette plateforme, un TP de nano-manipulation centré sur un nanomanipulateur à retour d'effort et réalité virtuelle est proposé aux étudiants. L'objectif est de permettre aux étudiants de 'mettre les mains dans le nanomonde' afin qu'ils se rendent compte que les stratégies de manipulation à l'échelle nanométrique diffèrent drastiquement de celles à l'échelle macroscopique ; ceci étant lié à l'effet dominant des forces d'adhésion et de friction devant la gravité à cette échelle. Le toucher, la vue et l'ouïe sont aussi mis à contribution pour contrôler les interactions dans le nanoMonde virtuel et réel. L'apport de chacun des canaux dans le processus d'apprentissage a commencé à être évalué [1].

Figure 1 : TP AFM

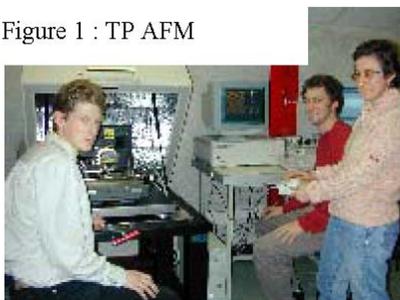


Figure 2 : TP nanomanipulateur



[1] "Interactive learning of nanophysics phenomena", F. Marchi and al, mICTE, Caceres, Spain, 6 (2005)

Vers la possibilité d'un enseignement explicite de la modélisation : points de vue d'élèves de seconde en Sciences Physiques

TOIX Laurent, professeur au lycée Maillol à Perpignan, UMR ICAR, France

VINCE Jacques, professeur au lycée Ampère à Lyon, INRP, UMR ICAR, France

TIBERGHIEEN Andrée, Directrice de recherche CNRS, UMR ICAR, France

Les préambules des programmes scolaires de l'enseignement secondaire en physique et chimie insistent sur les nécessaires « conceptualisation et modélisation » pour que les élèves accèdent à une meilleure compréhension de la physique. Cependant, en dehors de l'apparition de modèles canoniques reconnus comme tels historiquement

ou au niveau universitaire, la modélisation reste dans les faits le plus souvent implicite.

Depuis une dizaine d'année, à Lyon, des équipes de recherche-développement impliquant professeurs et chercheurs en didactiques développent des séquences d'enseignement basées sur l'explicitation de la démarche de modélisation, en veillant à susciter et à faciliter pour les élèves des aller-retours entre les situations matérielles d'une part, les modèles d'autre part. Ceci permet d'éviter d'enseigner de façon trop dogmatique une physique que l'élève pourrait ressentir comme arbitraire. En effet les lois et principes de la physique sont explicités comme tels et bien différenciés des phénomènes et des événements observables. Les repères alors donnés à l'élève lui permettent de prendre conscience de ce qu'il apprend.

A la suite de résultats de recherche aussi bien en didactique des sciences qu'en psychologie, nous faisons l'hypothèse que l'élève apprend d'autant mieux des savoirs comme la physique qu'il apprend aussi comment fonctionnent ces savoirs. Notre travail d'investigation comporte plusieurs étapes.

Une première étape dans la validation de cette hypothèse a consisté à explorer le sens que des élèves de début de lycée, n'ayant pas suivi d'enseignement particulier sur les modèles, peuvent donner à des termes du champ épistémologique. Nous avons étudié dans quelle mesure les élèves sont capables de déterminer si certains mots ou groupes de mots réfèrent soit à des objets ou des événements, soit à des éléments des théories ou des modèles. Les résultats obtenus montrent qu'une majorité d'élèves, pour un ensemble varié de mots, est en mesure de déterminer si le mot, utilisé dans un contexte donné, relève du concret ou du modèle.

Une seconde étape a consisté à interroger les élèves au sujet des propriétés et des fonctions des modèles de la physique *via* un questionnaire écrit passé à environ 200 élèves de seconde. Les résultats obtenus montrent qu'une majorité d'élèves disposent d'un point de vue sur les modèles, certes élémentaire, mais néanmoins construit et stable. Si une majorité d'élèves considère les modèles comme des objets construits par les physiciens et accorde ainsi un statut abstrait au modèle, la place du modèle entre le champ empirique et le champ théorique n'est pas clairement envisagée. Une majorité d'élèves n'a pas conscience des liens multiples existant entre une situation matérielle et la théorie mobilisée pour l'étudier. Ainsi, les mécanismes de sélection de données opérés grâce au modèle et la notion de champ de validité d'un modèle sont totalement ignorés. Le point de vue des élèves sur la nature du modèle dans ses aspects les plus subtils reste donc approximatif.

Ainsi, les résultats, confirmant d'autres obtenus en particulier en Grande Bretagne, conduisent à considérer que les élèves sont capables de distinguer ce qui relève des objets-événements et des modèles, même si leur point de vue peut différer de celui du physicien. Ceci nous paraît être un bon point d'appui pour développer un enseignement qui explicite le fonctionnement de la physique et de la modélisation, au niveau du lycée tout au moins.

Ce type d'explicitation est souvent jugé, par les enseignants, difficile pour les élèves. Le surcoût en temps d'enseignement, dans le cadre des programmes officiels, n'est pas la seule raison pour laquelle ces discours de nature épistémologique ne sont pas très courants dans les classes. Le fait que, dans les programmes officiels, aucune compétence exigible n'y fasse allusion induit une forte réticence de l'enseignant à y passer du temps. Mais surtout les savoirs qui peuvent être construits lors de telles occasions, comme par exemple être capable d'identifier ce qui relève soit des objets et des événements soit des modèles, ne semblent pas encore faire partie du savoir scolaire de la physique et de la chimie. Un indice fort en est que ce type de savoir n'est que rarement exigé, au mieux évoqué, lors de la formation initiale des enseignants.

Une expérience d'enseignement de sciences intégrées en classe de 6^{ème} de collège

TREINER Jacques, Université Pierre & Marie Curie- Espace des sciences de Paris (ESPCI)

Une expérience d'enseignement intégré des sciences expérimentales et de la technologie se déroule en ce moment en classe de 6^{ème}. Elle concerne environ 60 élèves. L'orientation générale est de mettre en oeuvre la "démarche d'investigation" sur des thèmes pluridisciplinaires, tout en veillant à ce que les connaissances prévues aux programmes en vigueur dans les différentes disciplines soient acquises. L'enseignement scientifique est regroupé sur une semaine par mois, 4 matinées par semaine.

Quatre thèmes ont été choisis pour la classe de 6^{ème}, chaque thème se déroulant sur deux ou trois semaines selon le thème. La progression est discutée entre le groupe d'enseignants et l'équipe de l'Espace des sciences de l'ESPCI.

Démonstrations d'outils pédagogiques

DVD : le métier de chercheur

DIVOUX Claude - Professeur de physique appliquée, Saverne

Avec quelques élèves et une collègue de lettres, j'ai participé aux Ateliers Recherche, organisés sur l'académie de Strasbourg, durant l'année scolaire précédente.

Il s'agit d'un dvd sur le métier de chercheur. Les interviews sont décomposées en plusieurs petits films thématiques de 10 à 20 minutes. Chaque film est lui même décomposé en petits sous-thèmes. Les 7 chercheurs interviewés travaillent tous à L'institut des polymères Charles Sadron à Strasbourg. Les séquences des films sont issues de 7 heures d'interviews.

Les films sont :

Le métier

- Les étapes d'une recherche
- La recherche fondamentale
- La recherche en France

et des anecdotes :

- Les polymères
- Un parcours de chercheur
- Un fait de société
- Un voyage en Chine

La durée totale est d'environ 90 minutes.

Les films se complètent mais peuvent se regarder indépendamment les uns des autres. Ils s'adressent à tous les publics.

L'intérêt n'est pas seulement pour les étudiants qui se destinent aux études scientifiques, car il faut sensibiliser tous les jeunes à l'importance de la recherche fondamentale.

Un enseignant peut utiliser ce dvd pour diversifier ses approches de la sciences. Il pourra par exemple de temps en temps finir un cours par une projection d'un des films. Les dvd pourra également être utile en période d'orientation des élèves de terminale S.

En attendant, le premier film "Le métier" est disponible sur Internet à l'adresse suivante : <http://www.physique-appliquee.net/chercheur.html> taille : 9 Mo (extrait) ou 28 Mo (version complète). Il faut disposer du lecteur gratuit Quicktime 7 : <http://www.apple.com/fr/quicktime/download/>

Aider les enseignants de physique - chimie à se former lors de l'appropriation de séquences d'enseignement : l'exemple du site PEGASE

GAIDIOZ Pierre, professeur au lycée Branly à Lyon, INRP, UMR ICAR, France.

VINCE Jacques, professeur au lycée Ampère à Lyon, INRP, UMR ICAR, France.

TIBERGHIEU Andrée, Directrice de recherche CNRS, UMR ICAR, France.

Depuis plus de dix ans, à Lyon, des projets successifs de recherche-développement (chaque nouveau projet s'inspirant de l'expérience des précédents) prennent la forme d'une collaboration entre enseignants de lycées et chercheurs en didactique de la physique et de la chimie. Partant d'une part du constat par les enseignants des difficultés durables rencontrées lors de l'enseignement de la physique et d'autre part des résultats de la recherche en didactique qui fournissent des analyses des difficultés d'enseignement et d'apprentissage de la physique-chimie, ces projets ont permis d'élaborer des séquences d'enseignement (filière générale des lycées) et des "outils" pour aider les enseignants à concevoir et à analyser leur enseignement. Nous listons ci-après quelques choix fondamentaux, validés en partie par la recherche, qui guident notre conception des séquences d'enseignement :

- Enseigner des aspects essentiels du fonctionnement de la physique et de la chimie du point de vue de la modélisation est une aide pour l'élève : ceci conduit à expliciter les choix faits par l'enseignant et à bien séparer, pour mieux mettre en relation par la suite, ce qui relève de la situation matérielle de ce qui relève des modèles.
- Distinguer les connaissances de la physique et de la chimie des connaissances du quotidien est également une aide. Cette distinction doit faire l'objet d'une attention et d'un travail spécifiques car les interférences entre ces deux types de connaissances sont nombreuses, que ce soit par le sens des mots ou du fait des intuitions des élèves.
- Prendre en compte les connaissances préalables de l'élève permet à l'enseignant d'une part de concevoir des activités d'enseignement d'autre part d'anticiper les réponses des élèves. Par suite ceci permet à l'élève de prendre conscience de son apprentissage.

Les outils d'enseignement produits à partir de ces choix imposent, pour être mis en œuvre efficacement, certaines contraintes dans la gestion de classe. Par exemple, à partir de l'hypothèse selon laquelle il est préférable que l'élève parte de ses propres connaissances et qu'il s'approprie par l'échange le savoir visé par l'enseignement, il est fortement conseillé de faire travailler très souvent les élèves en binômes. Ceci leur permet de discuter pour se mettre d'accord sur une réponse commune (qui peut être fautive au regard de la physique) qu'ils devront rédiger. Le rôle de l'enseignant n'est pas minimisé pour autant : il devient crucial lors de la phase de présentation de l'enjeu de chaque activité, mais également lorsqu'il doit prendre en compte au mieux les productions des élèves pour *institutionnaliser* le savoir en jeu dans la séquence. Ce glissement entre ce que produit un élève donné et ce qu'il devra finalement faire fonctionner ou retenir, c'est-à-dire le savoir partagé par l'ensemble de la classe, est une étape essentielle, difficile à mener et qui nécessite un savoir-faire professionnel spécifique.

Sans ces quelques règles, une séquence que l'enseignant croit s'être appropriée risque d'être plus ou moins dénaturée par rapport aux objectifs des concepteurs de la séquence.

Pour notre part, nous souhaitons, à travers les séquences d'enseignement que nous proposons, que l'enseignant s'approprie petit à petit les hypothèses d'apprentissage et les points de vue épistémologiques qui ont présidé à l'établissement de ces séquences. Atteindre une certaine autonomie dans la conception ou l'adaptation ultérieures de documents d'enseignement constitue de notre point de vue un long processus de formation dans l'action. Ceci nécessite de faire fréquemment des allers-retours entre la pratique réelle des activités déjà enseignées et une réflexion décontextualisée.

Un des objectifs du site PEGASE⁶ est de faciliter cette appropriation "par escapade" vers des outils plus "théoriques". Ainsi, si les documents pour enseigner sont tous rassemblés dans une rubrique « enseigner » et les aides ou choix décontextualisés dans une autre rubrique « Boite à outils », un réseau de liens explicites est fait entre ces deux types de ressources. PEGASE permet ainsi une lecture à triple niveau : le texte destiné à l'élève, des commentaires liés à l'activité (y compris de courts extraits de vidéo d'élèves en train de travailler), des outils généraux qui fonctionnent pour cette activité mais qui ont un caractère plus général. L'enseignant construit son savoir-faire général dans l'action, au cours de la construction de l'enseignement d'un sujet précis mais PEGASE lui permet aussi de construire son parcours de formation par petites touches, dans l'articulation d'une pratique visée et d'éléments théoriques qui sous-tendent cette pratique.

Nous présenterons les hypothèses qui ont permis de mettre au point PEGASE ainsi que quelques-uns des outils spécifiques et plus « théoriques ». Nous évoquerons également le rôle que le site peut jouer dans la formation initiale ou continue.

⁶ <http://pegase.inrp.fr/>

Table des Matières

Thème 1 « La physique vue par les autres disciplines »

Projet Ozone ou comment sensibiliser les élèves au rôle de la physique dans la santé publique ALLARD Frédéric et al	3
Une façon de faire aimer la physique et d'amorcer un décloisonnement des disciplines scolaires CHEREAU Myriam et al	4
« Les couleurs », « l'eau », 2 thèmes pour 2 semaines intensives d'expérimentation en premières années universitaires LEWIN Éric et al	5
L'éducation à l'environnement et au développement durable RENCUREL Nathalie et al	5

Thème 2 « Enseigner la physique : pour qui – pour quoi ? »

Olympiades de la physique ERRAMI Mustapha	7
Journal « La montagne » FUSTIER Roland	7
Emoi chez les étudiants littéraires : de la physique au programme ! IZBICKI Jean-Louis et al	8
Exemple « d'atelier club » scientifique au lycée Chaplin à Décines JEANJACQUOT Philippe	9
Faire aimer les sciences aux élèves d'un collège classé ZEP LEFEVRE Thi Hoa Phuong	10
Un exemple remarquable de projet d'éducation scientifique : La Main à la Pâte, à l'école primaire MARIN MICEWICZ Clotilde	11

Thème 3 « Enseignement de la physique et formation des maîtres »

Accompagnement en ligne des enseignants BONNET Gabrielle	13
L'apprentissage de savoirs scientifiques opérants par la problématisation BRIAUD Philippe	13
La formation à distance fondée sur le modèle collaboratif : une autre façon de faire aimer l'enseignement de la physique aux enseignants du primaire DE HOSSON Cécile et al	14
Expérience vs théorie pour faire aimer la physique. Est-ce une bonne question ? DUPIN Jean-Jacques	15
La Physique enseignée peut-elle être la même quel que soit le contexte ? MARTINAND Jean-Louis	16
Un cédérom pour la formation des enseignants du second degré en physique-chimie : « Concevoir et analyser les activités expérimentales en sciences physiques : une démarche centrée sur l'observation des élèves » RICHOUX Hélène et al	17

<i>La transition université – enseignement secondaire, un changement de paradigme ...</i> TOUSSAINT Jacques	18
 <i>Thème 4 « Innovations pédagogiques »</i>	
<i>Deux exemples de dispositifs didactiques utilisant le problème de physique dans l'enseignement secondaire</i> BOILEVIN Jean-Marie	19
<i>Concevoir un logiciel en fonction des difficultés de raisonnement : exemple du logiciel atelier cinétique</i> DUPREZ Chantal et al	20
<i>L'expérience contre-intuitive, un outil au service de l'apprendre ?</i> EASTES Richard-Emmanuel et al	21
<i>Innovation pédagogique en collège dans une classe de 4^{ème} sur les hologrammes</i> GARD Marion	21
<i>Un exemple d'étude didactique à propos de l'enseignement du concept d'énergie potentielle</i> KHANTINE-LANGLOIS Françoise	23
<i>Est-ce que le multimédia permet de faire aimer la physique ?</i> LEBRUN Nathalie et al	23
<i>Plate-forme Nanomonde : Une porte d'entrée privilégiée dans la pratique des nano-sciences & technologies</i> MARCHI Florence et al	24
<i>Vers la possibilité d'un enseignement explicite de la modélisation : points de vue d'élèves de seconde en Sciences Physiques</i> TOIX Laurent et al	25
<i>Une expérience d'enseignement de sciences intégrées en classe de 6^{ème} de collège</i> TREINER Jacques	27
 <i>« Démonstrations d'outils pédagogiques »</i>	
<i>DVD : le métier de chercheur</i> DIVOUX Claude	28
<i>Aider les enseignants de physique - chimie à se former lors de l'appropriation de séquences d'enseignement : l'exemple du site PEGASE</i> GAIDIOZ Pierre et al	29