



Programme et publications PEDAGOGIQUE

Date: Mercredi, 04.07.2018

17:30 - 19:00 PO-01 A: Session posters et stands Pédagogiques #1

Salle Emma Chenu

Date: Jeudi, 05.07.2018

14:00 - 16:15 SP: Session pédagogique

Président(e) de session: **Saida GUELLATI- KHELIFA**

Président(e) de session: **Renaud Mathevet**

Présentations et table ronde

16:45 - 18:45 PO-02 A : Session posters et stands Pédagogiques #2

Salle Emma Chenu

Présentations

PO-01 A: Session posters et stands Pédagogiques #1

Heure: Mercredi, 04.07.2018: 17:30 - 19:00 · Salle: Salle Emma Chenu

RETOUR D'EXPERIENCE SUR LE MOOC : « LA PHYSIQUE, VIVE[Z] L'EXPERIENCE ! »

S. Forget, S. Chénais, C. Daussy

LPL-CNRS-UMR7538-IG-UP13, France; christophe.daussy@univ-paris13.fr

Retour d'expérience sur un MOOC conçu par 3 enseignants-chercheurs pour faire (re)découvrir les richesses de la Physique au plus grand nombre. Ce MOOC intitulé, « La Physique, vive[z] l'expérience ! », s'appuie sur des pédagogies numériques innovantes pour aborder quelques grands thèmes traités au lycée et en premier cycle universitaire.

REGRESSION PARADOXALE D'UNE COMPETENCE DE L'ECOLE PRIMAIRE A L'UNIVERSITE : REPRESENTER LA PROPAGATION RECTILIGNE DE LA LUMIERE

E. Blanquet^{1,2}, T. Badiur³, V. Blé², C. Darraud⁴, M. Delaunay², M. Dubourg², A. Leloutre², M. Miron³, N. Pavel³, E. Picholle⁵, A. Turuta³

¹LACES EA 7437, Université de Bordeaux, France; ²ESPE d'Aquitaine, Université de Bordeaux, France; ³Université de Iasi Alexandru Ioan Cusa, Iasi, Roumanie; ⁴XLIM, UMR 7252, CNRS-Université de Limoges, Limoges, France; ⁵INPHYNI, UMR 7010, CNRS- Université Nice Sophia Antipolis, Nice, France; estelle.blanquet@u-bordeaux.fr

Une étude sur la représentation de la lumière se propageant dans une boîte fermée munie d'une cloison interne a été menée auprès de 846 élèves du primaire et 392 étudiants français et roumains. Alors que 81% des élèves de CP répondent correctement à la question posée, moins de 30% des adultes interrogés y parviennent.

Stand pédagogique

ELABORATION D'UNE CHARGE UTILE DE NANOSATELLITE DEDIEE A L'OPTIQUE TELECOM

A. Fernandez, C. Viallon, N. Nolhier, O. Llopis

LAAS, Université Paul Sabatier Toulouse III, France; afernand@laas.fr

L'objectif de cette communication est de présenter l'action pédagogique en optoélectronique développée dans le Master ESET de l'Université Paul Sabatier dans la réalisation de la charge utile optoélectronique du nanosatellite NIMPH dont le but est de mesurer la dégradation de fibres dopées erbium aux radiations cosmiques.

Stand pédagogique

EXPERIENCES DIDACTIQUES AUTOUR DU PHENOMENE DE REFLEXION TOTALE: LA FONTAINE LASER ET LA TRANSMISSION DU SON PAR LASER

J.-P. Loisel^{1,2,3}, **M. Büchner**^{1,2,4}

¹LCAR, France; ²IRSAMC; ³Université Toulouse III; ⁴CNRS; loisel@irsamc.ups-tlse.fr

La fibre optique a révolutionné notre monde. Cette technologie est basée sur l'optique géométrique (réflexion totale). Une fontaine laser montre le guidage d'un faisceau laser dans un jet de liquide et la transmission du son par modulation d'une diode laser est illustrée. L'objectif est de sensibiliser un large public et d'éveiller la curiosité.

Stand pédagogique

Optique et Phénomène de Moiré : le Moiré comme Interféromètre Graphique

J.-C. Pissondes

ESIEA, France; jcpissondes@aim.com

Dans ce poster, on montre que le mécanisme du moiré constitue pour étudiants et enseignants un moyen simple mais très explicite pour illustrer les phénomènes et applications de l'Optique ondulatoire. En particulier, on expose la méthode du "moiré d'ombre" pour l'analyse d'une surface en la comparant à l'analyse interférométrique d'un relief.

Stand pédagogique

Un ensemble polyvalent d'expériences d'optique quantique de démonstration

R. Mathevet^{1,2,3}, **B. Chalopin**^{1,2,4}, **S. Massenet**^{1,5}

¹Université de Toulouse, France; ²CNRS; ³LNCMI; ⁴LCAR; ⁵ISAE; renaud.mathevet@lncmi.cnrs.fr

Nous présentons deux expériences d'optique quantique destinées aux étudiants de Master d'écoles d'ingénieur ou universitaires. La première est une expérience de violation des inégalités de Bell. La seconde, vise à mettre en évidence des battements de photons uniques. Ces deux expériences sont conçues pour être facilement transportables.

Stand pédagogique

Un ensemble polyvalent d'expériences optiques de démonstration

R. Mathevet

LNCMI, France; renaud.mathevet@lncmi.cnrs.fr

Nous présentons une quinzaine d'expériences de démonstration en optique facilement reproductibles et transportables. Elles permettent d'animer plusieurs types d'interventions à différents niveaux du grand public jusqu'au séminaire de laboratoire et seront présentées par des étudiants formés pour l'occasion.

Stand pédagogique

Un kit pédagogique modulaire pour l'enseignement des lasers à fibre

J. Lhermite¹, **R. Bello-Doua**^{2,3}, **B. Fabre**^{1,2}, **E. Cormier**^{1,2}

¹CELIA, Université de Bordeaux - CNRS - CEA, 33405 Talence, France; ²PYLA, Bâtiment Institut d'Optique d'Aquitaine, 33400 Talence, France; ³ALPhANOV, Institut d'optique d'Aquitaine, 33400 TALENCE, France; baptiste.fabre@u-bordeaux.fr

Nous présentons un kit pédagogique innovant à base de composants modulaires pour l'enseignement pratique autour de la conception d'un laser à fibre.

SP: Session pédagogique

Heure: Jeudi, 05.07.2018: 14:00 - 16:15 · Salle: Amphi Fermat

Président(e) de session: Saïda GUELLATI- KHELIFA

Président(e) de session: Renaud Mathevet

Présentations et table ronde

Outils pédagogiques, évolution de l'enseignement de l'optique dans l'ère du numérique, échanges sur les approches pédagogiques...

Invitée

Articulation Secondaire-Supérieur : le point de vue du groupe interassociations de physique-chimie

R. Barbet-Massin

Ministère de l'Éducation Nationale, France; barbet-massin.remi@neuf.fr

Le groupe de physique-chimie interassociations réfléchit aux évolutions nécessaires de l'enseignement de ces disciplines au lycée. Ses interactions avec les différentes institutions ont permis une sensibilisation aux problèmes rencontrés actuellement ; certains membres ont intégré les groupes d'experts chargés d'élaborer les nouveaux programmes.

Invitée

Enseignement interactif dans les amphithéâtres de sciences du L1

B. Lamine

Université Paul Sabatier, France; brahim.lamine@irap.omp.eu

Depuis 2014, l'université Paul Sabatier s'est saisie d'opportunités technologiques nouvelles pour faire évoluer les cours magistraux en amphithéâtres en allant vers des formes plus interactives d'apprentissage. Ces nouvelles pratiques pédagogiques permettent d'améliorer la réussite des étudiants et l'appréciation de ces derniers sur leur cours.

Invitée

L'enseignement scientifique dans la réforme du baccalauréat

D. Obert

Ministère de l'éducation nationale, France; dominique.obert@education.gouv.fr

Un nouveau baccalauréat est prévu pour la session 2021, il sera resserré autour de quatre épreuves terminales et introduira une part de contrôle continu. Il s'accompagne d'une réorganisation profonde du lycée. Nous ferons le point sur les parcours scientifiques en mettant en avant les nouveaux enjeux d'orientation vers l'enseignement supérieur.

Articulation Secondaire-Supérieur : le point de vue du groupe interassociations de physique-chimie

Rémi Barbet-Massin

Professeur de CPGE, Lycée Henri IV 75005 Paris, SFP, UPS

barbet-massin.remi@neuf.fr

RÉSUMÉ

Le groupe de physique-chimie interassociations s'est créé en juin 2014 afin de réfléchir dans la durée aux évolutions nécessaires de l'enseignement de ces disciplines au lycée, pour une meilleure préparation des futurs scientifiques à l'entrée dans l'enseignement supérieur. Ses interactions avec les différentes institutions ont permis une sensibilisation accrue aux problèmes rencontrés actuellement ; certains de ses membres ont intégré les groupes d'experts en charge de l'élaboration des nouveaux programmes.

1. UNE RÉFLEXION DE FOND INSCRITE DANS LA DURÉE

L'enseignement des sciences est une priorité dans beaucoup de pays, alors que l'on constate un peu partout, et notamment en France, une réelle perte de compétences dans ce domaine pour les élèves en fin de cycle des lycées s'engageant dans un cursus supérieur scientifique. La dernière réforme des lycées initiée en 2010 n'a pas amélioré cette situation [1], [2], [3]. Ces constats ont conduit des enseignants issus du lycée et de l'enseignement supérieur à créer en juin 2014 le groupe de réflexion interassociations (Société Française de Physique SFP, Union des Professeurs de Physique et Chimie UdPPC, Union des Professeurs de classes Préparatoires Scientifiques UPS, puis Société Française d'Optique SFO et Société Chimique de France SCF), afin de réfléchir à des contenus de programme de lycée présentant une meilleure cohérence sur les trois années du cycle terminal, et préparant davantage les élèves se destinant à des études scientifiques dans le supérieur [4], [5].

Très vite, la nécessité de développer ce travail de réflexion en coordination avec les mathématiques, puis l'informatique, nous a conduit à travailler parallèlement de manière interdisciplinaire, d'abord au sein d'un petit groupe rassemblant des enseignants de mathématiques et des membres de notre groupe de physique (2014-2015), puis en formant à partir d'avril 2016 le groupe interdisciplinaire scientifique (GIS) qui s'est élargi depuis un an aux Sciences de la Vie et de la Terre (SVT).

L'un de nos objectifs est de réintroduire, dès le lycée, une formation plus approfondie aux démarches scientifiques, en particulier, pour la physique, à la modélisation, et à la formalisation associée, tout en s'appuyant sur des activités expérimentales où l'autonomie des élèves se développe de manière progressive à partir de bases techniques solides. Cette nécessité d'un approfondissement plus marqué implique également de limiter le nombre de thèmes abordés : il s'agit de faire moins mais mieux.

Notre réflexion a abouti à l'élaboration d'un document de travail interdisciplinaire pouvant servir de point de départ à la réflexion des groupes d'experts, réflexion nécessairement limitée dans le temps, le calendrier politique s'inscrivant toujours dans l'urgence.

2. INTERACTION AVEC LES INSTITUTIONS

Parallèlement à ce travail de fond, nous avons cherché à sensibiliser les institutions aux problèmes de fond auxquels l'enseignement des sciences est confronté, ce qui nous a amené à rencontrer à plusieurs reprises le CSP (Conseil Supérieur des Programmes), le Cabinet du Ministre,

la DGESCO (Direction Générale de l'Enseignement Scolaire) et à discuter nos points de vue respectifs avec l'IGEN (Inspection Générale de l'Éducation Nationale).

Le GIS ou les associations qu'il représente a été reçu et auditionné à plusieurs reprises dans le cadre de la réforme du bac par la mission Mathiot et par le Ministère. Nous avons également eu l'occasion d'attirer l'attention de celui-ci sur certains points faibles de la réforme en cours [6], [7], [8].

Enfin des échanges très constructifs ont eu lieu depuis 2015 avec l'Académie des Sciences, d'abord avec la Section de Physique [9], puis avec la Commission Enseignement présidée par Éric Westhof. Ces échanges ont débouché en octobre 2017 sur la publication d'une note [10] par l'Académie, et se poursuivent encore à l'heure actuelle.

CONCLUSION

Certains membres du groupe de physique, et plus largement du GIS, ont intégré les groupes d'experts chargés d'élaborer les différents programmes des spécialités. On peut espérer qu'une concertation étroite se développe entre ces groupes afin d'aboutir à une formation scientifique bien coordonnée entre disciplines et suffisamment approfondie pour que les étudiants ne se sentent pas déstabilisés lors de leur entrée dans l'enseignement supérieur.

RÉFÉRENCES

-
- [1] UdPPC Bureau national, « Résultats de l'enquête sur le programme de première S », Bull.Un.Prof.Phys.Chim., vol 107, n°952, pp 265-278, mars 2013
 - [2] UdPPC Bureau national, « Résultats de l'enquête sur le programme de terminale S », Bull.Un.Prof.Phys.Chim., vol 108, n°962, pp 399-421, mars 2014
 - [3] Enquête de la SFP, « Impact des programmes de physique au lycée sur la première année d'enseignement supérieur », Reflets Phys., n°46, pp 30-33, octobre-novembre 2015
 - [4] R.Barbet-Massin, Y.Brunel, P.Boissé, G.Bouyrie, S.Olivier, V.Parbelle et J.Vince, « Groupe de réflexion interassociations sur l'enseignement de la physique au lycée », Bull.Un.Prof.Phys.Chim., vol 110, n°980, pp 165-182, janvier 2016
 - [5] P.Boissé, « Enseignement des sciences physiques au lycée en série S et poursuite dans le supérieur », Bull.Un.Prof.Phys.Chim., vol 112, n°1000, pp 33-43, janvier 2018
 - [6] <https://www.sfpnet.fr/enseignement-de-la-physique-chimie-quatre-associations-prennent-position>
 - [7] <https://www.sfpnet.fr/lettre-adressee-a-jean-michel-blancher-ministre-de-l-education-nationale>
 - [8] Lettre ouverte au Ministre de l'Éducation Nationale rédigée par l'UPS et douze associations et sociétés savantes scientifiques http://prepas.org/index.php?module=Site&voir=document&id_document=2302
 - [9] R.Barbet-Massin, P.Boissé, G.Bouyrie, Y.Brunel, N.Decamps, D.Dumora, D.Gratias, B.Julia, S.Olivier, J.Pacaud et J.Vince, « Réforme de l'enseignement de la physique au lycée : repenser les fondements de la formation », Reflets Phys., n°51, pp 34-35, décembre 2016
 - [10] www.academie-sciences.fr/pdf/rapport/note_121017.pdf

ENSEIGNEMENT INTERACTIF DANS LES AMPHITHÉÂTRES DE SCIENCES DU L1

Brahim Lamine¹

¹ Université Paul Sabatier, Route de Narbonne, 31330 Toulouse, France

brahim.lamine@univ-tlse3.fr

RÉSUMÉ

Depuis 2014, l'université Paul Sabatier s'est saisie d'opportunités technologiques nouvelles pour faire évoluer les cours magistraux en amphithéâtres en allant vers des formes plus interactives d'apprentissage. Ces nouvelles pratiques pédagogiques permettent d'améliorer la réussite des étudiants et l'appréciation de ces derniers sur leur cours.

MOTS-CLEFS : *Enseignement interactif; pédagogie active; classe inversée; concept survey*

1. INTRODUCTION

"Teaching is not telling ... learning is not listening". Cette phrase résume la problématique générale qui a guidé la mise en œuvre des nouvelles modalités pédagogiques. Dans l'expérience décrite ici, l'enseignant et l'étudiant jouent tous les deux un rôle majeur. Elle implique d'une part une interaction forte entre les deux parties, et d'autre part entre les étudiants eux-mêmes.

2. MÉTHODOLOGIE

Les solutions généralement proposées pour rendre les étudiants plus actifs ne sont pas toujours aisées à mettre en application dans le contexte universitaire. La raison principale est qu'un amphithéâtre contient un grand nombre d'étudiants et qu'il est donc difficile de les faire participer activement de façon efficiente. La solution pédagogique que nous avons choisie se nomme génériquement "enseignement interactif" [1]. L'enseignement interactif permet de savoir ce que les étudiants savent et d'enseigner ce dont les étudiants ont besoin. Schématiquement, nous avons utilisé le triptyque "Think-Pair-Share", combiné à un outil TICE pour faciliter sa mise en œuvre dans un amphithéâtre. L'outil utilisé dans le cadre de ce projet est un "boîtier spécialisé" de type télécommande, que les étudiants pouvaient utiliser pour répondre aux questions posées par l'enseignant. Plus précisément, dans le cadre de cette pratique pédagogique, les étudiants sont interrogés régulièrement à l'aide de questions à choix multiples pour tester leur compréhension d'un concept abordé en cours. Dans un premier temps, les étudiants réfléchissent par eux-mêmes et répondent à la question (il s'agit de la phase "Think"). Ensuite, ils discutent avec leurs voisins pour confronter leur point de vue (phase "Pair") et enfin ils revotent à l'issue de la phase de discussion (phase "Share"), après avoir éventuellement changé leur réponse lors de la phase de discussion/confrontation. L'effet de la discussion (appelé aussi instruction par les pairs) est fondamental, il permet aux étudiants d'argumenter oralement leur réponse et de se confronter aux arguments de leurs pairs. Pour que cette phase de discussion soit efficiente, elle doit être un moment d'argumentation et de réfutation. Il a été montré qu'une telle discussion tend à amener vers la bonne réponse [2], et ce même si les étudiants qui discutent entre eux avaient tous une mauvaise réponse initialement. La phase de discussion, suivie du deuxième vote, n'est mise en œuvre que si le taux de bonne réponse au premier vote n'est ni trop faible, ni trop important. La poursuite du cours est bien sûr conditionnée aux réponses données par les étudiants.

L'enseignement interactif a été utilisé pour travailler les concepts en amphithéâtres. En effet, le L1 est un moment privilégié pour insister sur des concepts clés, qui, s'ils ne sont pas assimilés dès le début de la formation, seront autant de difficultés potentielles dans la poursuite de la formation. Autant que possible, nous avons utilisé des questions issues de la recherche en pédagogie, et qui ont déjà démontré leur pertinence. Par ailleurs, nous avons constaté qu'il y avait, pour nos étudiants, une différence entre la

compréhension conceptuelle et la réussite aux examens traditionnels. Certains étudiants étaient capables de réussir leurs examens, et donc valider leur UE (Unité d'Enseignement), sans pour autant ressortir avec une compréhension conceptuelle satisfaisante (telle que mesurée par les tests standards internationaux comme le "Force Concept Inventory").

3. ÉVALUATION DU DISPOSITIF

Le nombre conséquent d'étudiants impliqués dans l'expérimentation (N=1049) nous a permis de déployer une analyse statistique. Afin de disposer d'éléments de comparaison, nous avons divisé la promotion en deux groupes : le groupe interactif, regroupant 589 étudiants répartis sur 4 sections (4 enseignants d'amphi) et le groupe traditionnel, regroupant 460 étudiants sur 3 sections. Ces deux groupes sont statistiquement homogènes (sauf pour leur fraction garçon/fille). La conclusion est claire : l'amphi interactif, ça marche ! Cela rejoint de nombreuses méta-analyses [3].

Le dispositif a été évalué selon 3 critères (prédéfinis en amont du projet). Tout d'abord, pour mesurer le niveau de compréhension conceptuelle, nous avons demandé aux étudiants de répondre à un QCM issu de la recherche et utilisé au niveau international pour évaluer la compréhension conceptuelle de la mécanique. Ce QCM a été donné deux fois, en début et en fin de semestre, afin de mesurer la progression des étudiants. Les étudiants du groupe interactif progressaient trois fois plus vite que les étudiants du groupe traditionnel. Au final, le groupe interactif termine en fin de semestre avec un score de 52,2% tandis que le groupe traditionnel termine à 43,6%. C'est donc une amélioration de 20%, et cette différence est statistiquement très significative, avec une p-value $< 0,1\%$. Comparé à l'écart type σ , cela correspond à un effet de $0,48\sigma$. C'est inférieur au professeur particulier ($0,8\sigma$ [4]), mais supérieur à ce que produit un site d'entraînement en ligne (qui produit typiquement $0,31\sigma$).

En ce qui concerne la réussite aux contrôles continus et donc le taux de succès à l'UE, nous avons constaté que le groupe interactif avait un taux de validation de l'UE 50% supérieur à celui du groupe traditionnel (p-value = $0,2\%$). Cela provient d'une différence sur les notes aux contrôles continus de l'ordre de 1 point, soit un effet de $0,26\sigma$.

Enfin, nous avons demandé aux étudiants s'ils recommanderaient cette UE aux futurs étudiants. Sur une échelle de Likert de 1 à 5, le score du groupe interactif est 12% meilleur que celui du groupe traditionnel. Le résultat est significatif, avec une p-value de $0,3\%$ et un effet de $0,5\sigma$. La transformation pédagogique ne peut être menée que par les enseignants eux-mêmes.

4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Ce projet a un caractère stratégique car il peut permettre d'améliorer l'image de l'université, en particulier celle de ses amphithéâtres, auprès des élèves du secondaire. Une étude récente [5] a même montré que de telles pratiques pédagogiques permettaient d'améliorer sensiblement le taux de poursuite dans les études scientifiques. Par un suivi de cohorte, nous espérons, pouvoir mettre en évidence un tel effet dans le contexte universitaire français. Ainsi, ce projet peut être un des éléments permettant d'augmenter l'attractivité de nos formations.

RÉFÉRENCES

- [1] Crouch, C. H., & Mazur, E. (2001). Peer Instruction : Ten years of experience and results. *American Journal of Physics*, 69(9), 970–977. <http://doi.org/10.1119/1.1374249>
- [2] Smith, M. K., & al (2009). Why Peer Discussion Improves Student Performance on In-Class Concept Questions. *Science*, 323(5910), 122–124. <http://doi.org/10.1126/science.1165919>
- [3] Freeman, S., & al (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics (Vol. 111, pp. 8410–8415). Presented at the Proceedings of the National Academy of Sciences.
- [4] VanLehn, K. (2011). The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems. *Educational Psychologist*, 46(4), 197–221. <http://doi.org/10.1080/00461520.2011.611369>
- [5] Watkins, J., & Mazur, E. (2013). Retaining Students in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Majors. *Journal of College Science Teaching*.

L'ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE DANS LA REFORME DU BACCALAUREAT

Dominique Obert¹

¹ Inspection générale de l'éducation nationale - Ministère de l'éducation nationale

110 rue de Grenelle 75357 Paris SP 07

dominique.obert@education.gouv.fr

RÉSUMÉ

Un nouveau baccalauréat est prévu pour la session 2021, il sera resserré autour de quatre épreuves terminales et introduira une part de contrôle continu. Cette mise en place d'un nouveau baccalauréat s'accompagne d'une réorganisation profonde de la voie générale du lycée avec, en première et en terminale, un tronc commun qui se singularise par un nouvel enseignement nommé « enseignement scientifique », et des enseignements de spécialité au choix – trois en classe de première et deux en classe de terminale parmi ceux choisis en classe de première.

La présentation, qui revêt nécessairement un caractère prospectif, vise à faire le point sur cette réforme de grande ampleur sous le prisme des parcours scientifiques en mettant en avant les nouveaux enjeux d'orientation vers l'enseignement supérieur. La voie technologique sera également abordée.

REGRESSION PARADOXALE D'UNE COMPETENCE DE L'ECOLE PRIMAIRE A L'UNIVERSITE : REPRESENTER LA PROPAGATION RECTILIGNE DE LA LUMIERE

Estelle Blanquet^{1,2}, Teodora Badiur,³ Violette Blé,² Claire Darraud,⁴ Mélanie Delaunay,²
Marie Dubourg,² Adeline Leloutre,² Manuela Miron,³ Nicoleta Pavel,³ Eric Picholle⁵
et Adriana Turuta³

1 LACES, EA7437, Université de Bordeaux & ESPE d'Aquitaine, 160 av. de Verdun – 33705
Mérignac, France

2 ESPE d'Aquitaine, Université de Bordeaux, France

3 Université de Iasi Alexandru Ioan Cusa, Iasi, Roumanie

4 XLIM, UMR 7252, CNRS-Université de Limoges, Limoges, France

5 INPHYNI, UMR 7010, CNRS- Université Nice Sophia Antipolis, Nice, France

estelle.blanquet@u-bordeaux.fr

Une étude sur la représentation de la lumière se propageant dans une boîte fermée munie d'une cloison interne a été menée auprès de 846 élèves du primaire, 272 étudiants en licence et 120 étudiants de Master français et roumains. Alors que 81% des élèves de CP répondent correctement à la question posée, moins de 30% des adultes interrogés y parviennent.

MOTS-CLEFS : *École primaire ; Propagation rectiligne; conceptions ; schémas*

Peu d'enfants ont une représentation claire de la façon dont on voit un objet, en particulier lorsqu'il constitue une source secondaire de lumière [1-3]. Une autre difficulté consiste à comprendre la façon dont la lumière occupe l'espace entre la source et un objet [4-6].

L'expérience proposée dans le cadre de cette étude [2,3,7] utilise une boîte à chaussures recouverte de papier noir (Fig. 1). Une ampoule est insérée à une extrémité dans un trou percé au milieu de la boîte. Trois trous sont percés à l'autre extrémité. Une cloison intermédiaire percée d'un unique trou sépare la boîte en deux compartiments. L'ampoule, le trou de la cloison et l'un de ceux à l'autre extrémité de la boîte sont alignés.

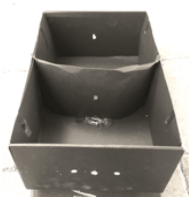


Fig. 1 : Exemple de boîte utilisée lors de la passation du questionnaire

Il est demandé aux participants, lumière éteinte, d'indiquer depuis quel(s) trou(s) ils pensent voir la lumière de l'ampoule en y collant l'œil une fois la boîte refermée et l'ampoule allumée. Ils sont invités à dessiner sur un schéma ce qu'ils pensent qu'il se passe dans la boîte et à écrire des phrases explicatives. Ils observent ensuite le phénomène et constatent que seul le trou du milieu permet de voir l'ampoule.

Les éléments d'explication font intervenir deux notions distinctes : la propagation de la lumière en ligne droite à l'intérieur de la boîte et la nécessité que la lumière arrive jusqu'à l'œil.

Les participants à cette étude sont des élèves et étudiants français et roumains : 115 de CP, 150 de CE1, 226 de CE2, 236 de CM1 et 119 de CM2, ainsi que 132 étudiants en licence de Sciences de l'éducation en Roumanie, 120 étudiants futurs enseignants du primaire en M1 MEEF et 140 étudiants en L1 – Portail MIPC (soit 1238 participants au total dont 433 roumains).

86% des représentations peuvent être regroupées en cinq grandes catégories, à savoir : (C1) : seul le trou du milieu est entouré et la boîte reste vide ; (C2) un trait (fin ou épais) relie l'ampoule à l'œil central, avec présence ou non de flèche(s) ; (C3) plusieurs traits sortent de l'ampoule ; ou la

totalité du compartiment est éclairée mais un seul trait relie le trou de la cloison à l'œil central ; (C4) un trait relie l'ampoule au trou de la cloison d'où partent trois ou plusieurs traits, ou encore un « entonnoir » vers les trois yeux, avec présence ou non de flèche(s) ; (C5) plusieurs traits sortent de l'ampoule ; ou bien la totalité du compartiment est éclairée puis du trou de la cloison partent trois ou plusieurs traits vers les trois yeux, avec présence ou non de flèche(s).

Alors que les catégories C1 et C3 sont très peu présentes chez les sujets roumains, enfants et adultes, elles sont plus fréquentes chez les élèves français (Fig. 2). Si l'on admet pour correctes les réponses relevant des catégories C1, C2 ou C3, le pourcentage de réponses correctes décroît, dans les deux pays, à mesure que les enfants grandissent (Fig. 3) pour devenir très minoritaire chez les adultes (13%, étudiants roumains ; résultats français en cours d'analyse pour les étudiants).

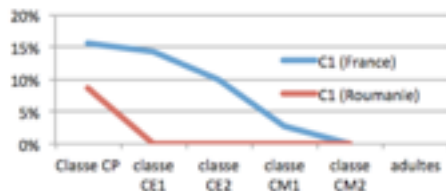
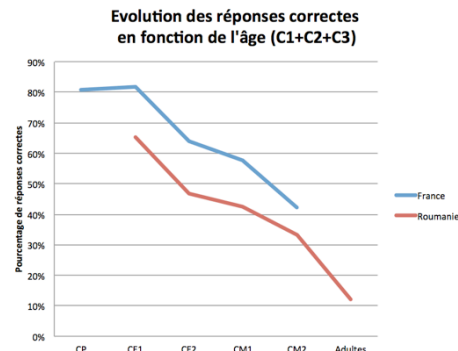


Fig. 2 (au-dessus) : Évolution de la proportion de la catégorie C1 en fonction de l'âge

Fig. 3 : (à droite) : Évolution de la répartition des réponses correctes en fonction de l'âge en France (en bleu) et en Roumanie (en rouge)



Bien que cohérents et reproductibles d'un pays à l'autre, ces résultats apparaissent très contre-intuitifs. Leur interprétation pourrait être liée au conflit suscité par la recherche de cohérence entre différents systèmes explicatifs. Le modèle des rayons n'est que très rarement mobilisé par les adultes de façon pertinente.

Ces résultats interrogent l'efficacité de l'enseignement de l'optique géométrique à l'école. Ils fournissent également quelques pistes d'action pédagogique. Il est aujourd'hui consensuel de s'appuyer sur les conceptions initiales des élèves — erronées ou non — pour construire les connaissances attendues des programmes scolaires. C'est à partir du CE2 que l'on voit apparaître de façon significatives (20%) chez les élèves des représentations que l'on retrouve majoritairement chez les adultes, et l'on peut supposer (des entretiens seraient nécessaires pour s'en assurer) qu'elles sont liées à l'apparition de difficultés à concilier une explication du phénomène basée sur le regard et celle s'appuyant sur la propagation rectiligne de la lumière. Un travail dès le CE2 avec cet outil pourrait éviter l'installation durable de conceptions erronées.

RÉFÉRENCES

- [1] E. Guesne, "Children's Idea about light" *New Trends in Physics Teaching*, pp. 179-192, 1984.
- [2] W. Kaminski, "Conception des enfants (et des autres) sur la lumière", *Bulletin de l'Union des Physiciens*, n°716, pp. 973-996, 1989.
- [3] C. de Hosson, *Élaboration d'un support d'enseignement du mécanisme optique de la vision pour l'école primaire et le collège et premiers éléments d'évaluation*. Thèse de doctorat. Université Paris Diderot- Paris VII, 2004.
- [4] R. Driver, E. Guesne, & A. Tiberghien, *Children's idea in science*. Philadelphia, Open University Press, 1985.
- [5] K. Ravanis, et. al. "Enhancing conceptual change in preschool children's representations of light : a socioconitive approach", *Res. Sci. Educ.*, n°43, pp. 2257-2276, 2013.
- [6] H.E. Chu et D.F. Treagust, "Secondary students' stable and unstable optics conceptions using contextualized questions", *J. Sci. Educ. Technol.* n°23, pp. 238-251, 2014.
- [7] E. Blanquet, *Sciences à l'école, côté jardin*. Nice : éd. Somnium, pp. 75-81, 2010.

RETOUR D'EXPERIENCE SUR LE MOOC :

« LA PHYSIQUE, VIVE[Z] L'EXPERIENCE ! »

Sébastien Chénais, Sébastien Forget et Christophe Daussy

*Université Paris 13, Sorbonne Paris Cité, CNRS, UMR 7538, Laboratoire de Physique des Lasers,
93430 Villetaneuse, France*

christophe.daussy@univ-paris13.fr

RÉSUMÉ

Retour d'expérience sur un MOOC conçu par trois enseignants-chercheurs de l'Université Paris 13 pour faire (re)découvrir les richesses de la Physique au plus grand nombre. Ce MOOC intitulé, « La Physique, vive[z] l'expérience ! », s'appuie sur des pédagogies numériques innovantes pour aborder dans une approche ludique et expérimentale quelques grands thèmes traités au lycée (optique, physique des ondes, mécanique, électromagnétisme, etc...) et en premier cycle universitaire.

MOTS-CLEFS : *Pédagogie innovante, MOOC*



1. INTRODUCTION

Le format des MOOCs (cours gratuit, ouvert à tous et accessible en ligne) a pour objectif de transmettre des savoirs à un public bien plus large que celui constitué traditionnellement par les étudiants en formation initiale ou continue. La démocratisation massive du savoir grâce au numérique accroît l'accessibilité des ressources pédagogiques depuis un ordinateur, une tablette ou encore un smartphone, gratuitement et à tout moment. Le premier MOOC de l'Université Paris 13 a été conçu entre 2015 et 2017.

2. PRESENTATION DU PROJET

Les objectifs de ce MOOC sont multiples :

- Faire découvrir ou redécouvrir les richesses de la Physique.
- Conduire les apprenants à réaliser leurs propres expériences et les partager avec la communauté du MOOC.
- Aller à la rencontre des chercheurs qui présenteront les applications présentes et futures de la lévitation, de la réalité virtuelle, ou encore de la cape d'invisibilité.

Le MOOC est hébergé par la plateforme France Université Numérique (FUN) [1]. Il est accessible avec les notions de base d'un élève de lycée. Il s'adresse donc aux lycéens, étudiants post-bac, enseignants, toute personne intéressée par la science.

Chaque semaine de cours repose sur un défi expérimental : fabriquer une cape d'invisibilité, réaliser une image animée 3D, faire l'expérience de la lévitation, fabriquer un moteur... Pour relever le défi, des expériences spectaculaires choisies pour leur intérêt pédagogique sont présentées et expliquées. Ensuite les apprenants sont amenés à réaliser eux-mêmes des expériences, les filmer et les partager avec la communauté du MOOC. Au terme de chaque semaine, l'équipe du MOOC va à la rencontre de chercheurs pour découvrir les applications présentes et futures de la lévitation, de la réalité virtuelle, ou encore de la cape d'invisibilité.

Le cours est structuré autour de 5 défis scientifiques (1 défi par semaine) : La première semaine nous nous intéressons au problème de l'invisibilité. Depuis la cape d'Harry Potter jusqu'aux dispositifs les plus récents développés dans les laboratoires de recherche. A la fin de cette première semaine, les apprenants ont pour mission de réaliser leur propre expérience d'invisibilité. Lors de la deuxième semaine, nous poursuivons notre découverte de l'optique en nous intéressant à la vision 3D. Les apprenants comprennent le principe du cinéma en relief ou de la réalité virtuelle ce qui leur permet de réaliser, chez eux, leurs propres images en relief. La troisième semaine porte sur l'exploration des techniques permettant de vaincre la gravité. Nous expérimentons différentes solutions pour faire léviter des objets en utilisant la poussée d'Archimède, une force électrique, magnétique ou encore acoustique ! Les apprenants découvrent comment les chercheurs utilisent la lumière pour faire léviter et manipuler des atomes. Ensuite, nous abordons dans la quatrième semaine une question importante liée à l'énergie. Nous proposons de fabriquer, et surtout de comprendre le principe de fonctionnement d'un moteur 100% écologique qui fonctionne sans essence, sans électricité ni panneau solaire, simplement avec de l'air et une source de chaleur. Un moteur zéro effet de serre ! Enfin, la dernière semaine de cours nous conduit à relever un dernier défi : transmettre un message sonore à la vitesse de la lumière. Nous explorons différentes solutions en utilisant des ondes acoustiques, électriques ou encore lumineuses. Les apprenants découvrent, en conclusion de cette semaine, les techniques les plus avancées dans le domaine des télécommunications par laser.

CONCLUSION

Au premier semestre 2017/2018, le MOOC « La Physique, vive[z] l'expérience ! » a fait le plein avec plus de 4 100 inscrits ! Des apprenants aux 4 coins du monde et de tous âges (de 10 à 81 ans) ont pu redécouvrir la Physique par l'expérience grâce à plus de 11h de vidéos de cours et de multiples ressources pédagogiques accessibles en ligne sur la plateforme France Université Numérique [1]. Ils sont allés à la rencontre des chercheurs pour découvrir les applications présentes et futures de la lévitation, de la réalité virtuelle, de la transmission à vitesse lumière, du moteur Stirling ou encore de la cape d'invisibilité. Des centaines de vidéos d'expériences ont été réalisées par les apprenants et partagées avec la communauté du MOOC. L'équipe enseignante a animé pendant 2 mois cette communauté en soif de savoirs. Plus de 500 questions/réponses ont été échangées sur le forum du cours. Un franc succès pour ce premier MOOC de l'Université Paris 13 avec un taux de réussite de 43% pour les apprenants ayant participé aux évaluations.

Nous reviendrons sur l'élaboration et le déroulement de ce MOOC pour enfin partager notre retour d'expérience sur ce projet pédagogique.

REFERENCES

- [1] <https://www.fun-mooc.fr/>