

La lettre Physique-Chimie Grenoble



Dans ce numéro

- **Actualités : la semaine de la classe inversée**
- **Des sites à découvrir**
- **Revue de presse**
- **Conférences en ligne**

Dossier

Les activités expérimentales.

ÉDITO

Dans ce numéro de notre newsletter Physique-Chimie Grenoble, nous avons décidé de mettre en avant une nouvelle démarche pédagogique qui fait l'objet d'un réel engouement en France et à l'étranger, dans l'enseignement secondaire mais aussi dans l'enseignement supérieur puisqu'elle est utilisée dans certaines filières à l'UJF : la classe inversée. Nous proposerons aussi des sites, des articles et des conférences en ligne pour se former ou pour enseigner.

Le dossier thématique, consacré aux activités expérimentales, permettra également d'aborder de nouvelles pratiques pédagogiques pouvant être utilisées durant les séances de travaux pratiques.

ACTUALITÉS : la semaine de la classe inversée

La #CLISE2016

La semaine de la classe inversée CLISE 2016 (ou #CLISE2016) aura lieu du **25 au 29 janvier 2016**. Deux vidéos vous permettent de découvrir cet événement à l'adresse :

<http://www.laclasselinversee.com/semaine-de-la-classe-inversee-clise/>

L'une d'elles est réalisée par **Nicolas Vossier**, un de nos collègues de physique-chimie, qui est également le **référent académique de la #CLISE2016**.

Signalons qu'un autre événement aura lieu en juillet 2016 sur ce thème : le Congrès de la classe inversée CLIC 2016. Pour de plus amples informations, contactez Nicolas.Vossier@ac-grenoble.fr.

Les objectifs de la #CLISE2016

La #CLISE2016 a pour but de permettre d'interagir localement avec des collègues en classe inversée, pour en découvrir toutes les possibilités et pour échanger sur cette pratique. Des enseignants mettant en œuvre la classe inversée pourront accueillir les collègues qui souhaitent assister à une séance.

Comment participer ?

La semaine de la classe inversée est proposée par l'association "Inversons la Classe !". Pour s'inscrire à cet événement et participer à la #CLISE 2016 dans l'académie de Grenoble, il suffit de remplir le questionnaire en ligne que l'on peut trouver à l'adresse : <http://goo.gl/forms/DsdCwGMdCi>

La classe inversée ou pédagogie inversée

La classe inversée ou pédagogie inversée (Flipped room) est une pratique pédagogique qui consiste à effectuer une partie de l'activité transmissive de l'enseignement à la maison (le plus souvent en visionnant des capsules vidéos ou des animations), pour consacrer plus de temps en classe à la mise en activité des élèves. Rappelons qu'un groupe d'enseignants de physique-chimie de notre académie participe cette année à des travaux académiques mutualisés (TRAM) sur ce thème.

DES SITES À DÉCOUVRIR

- Le site de **Planète énergies** propose 41 infographies pouvant être utilisées en classe, comme « Le captage et le stockage du CO₂ », « Le fonctionnement d'un réacteur nucléaire », « La géothermie », « La voiture à hydrogène ».

Adresse du site : <http://www.planete-energies.com/fr/results/medias/infographies>

- **La glace et le ciel** est une animation pédagogique multimédia qui présente la découverte du changement climatique et ses impacts sur la nature.

Adresse du site : <http://education.laglaceetleciel.com/>

- Le site pédagogique de l'**Onéra** comporte de nombreuses ressources sur la lumière, ses propriétés (réflexion, réfraction, diffusion, diffraction), ses effets (interférences, effet Doppler), le laser, le télescope, le radar ...

Adresse du site : http://www.onera.fr/sites/default/files/ressources_documentaires/cours-exposes-conf/lumiere/observation-detection-identification.swf

REVUE DE PRESSE

■ L'actualité chimique

Quantifier les imprécisions en travaux pratiques : détermination de la précision d'une concentration inconnue obtenue à partir d'une droite d'étalonnage par Emmanuel Curis et Marie-Claude Menet.

L'actualité chimique - n° 402 - décembre 2015 - p. 45-49.



■ Le Bup

Théorie statistique des incertitudes expérimentales-Première partie par Jérôme Rocca - *Le Bup* n° 979 - décembre 2015 - p. 1495-1527.

■ Reflets de la physique (revue de la SFP)

Reflets de la physique - n° 46 - octobre-novembre 2015.

Derniers résultats sur le boson de Higgs au LHC (L. di Ciaccio et G. Hamel de Monchenault)

Enseigner la physique à l'université (F. Elias et al.)

Impact des programmes de physique au lycée sur la première année d'enseignement supérieur (N. Lebrun et al.)



CONFÉRENCES EN LIGNE

- **Nouveau socle commun au collège : démarches et pratiques**

Conférence tenue à l'IFÉ les 13 et 14 octobre 2015. Diaporamas et enregistrements audio des présentations :

<http://eduveille.hypotheses.org/7510>

- **Le Green Computing (ou informatique verte)**

Conférence de Françoise Berthoud et Anne-Cécile Orgerie (chercheuses au CNRS) lors du forum du CNRS "Que reste-t-il à découvrir ?" consacré aux changements climatiques (novembre 2015) :

http://webcast.in2p3.fr/videos-cap_sur_une_informatique_verte

CONTACT

- **Direction de la publication : Inspection de physique-chimie**
- **Rédaction : Agnès Berthet** : Agnes-Paule.Berthet@ac-grenoble.fr
- **Adresse du site académique** : <http://www.ac-grenoble.fr/disciplines/spc/>

DOSSIER : Les activités expérimentales

Ce dossier présente une synthèse de travaux de recherche et d'expérimentations pédagogiques sur les activités expérimentales dans l'enseignement secondaire et l'enseignement supérieur. Si la place qui leur est accordée en physique-chimie est devenue très importante depuis une vingtaine d'années dans toutes les filières, les objectifs des séances de travaux pratiques ont beaucoup évolué récemment avec une préconisation pour la mise en œuvre régulière de nouvelles démarches pédagogiques et une utilisation d'outils numériques variés. Rappelons que l'Inspection générale a publié un rapport sur les activités expérimentales [1].

1. LES OBJECTIFS DES ACTIVITÉS EXPÉRIMENTALES

Une évolution nécessaire

Auparavant, les objectifs principaux des séances de travaux pratiques étaient de vérifier des modèles introduits en cours, de permettre une meilleure compréhension de certains concepts et de développer des habiletés manipulatoires [2-3]. L'activité des élèves était guidée et se résumait souvent à exécuter le protocole fourni par l'enseignant, à réaliser des mesures et à les traiter. La prise de conscience de l'importance du questionnement et de la problématisation pour l'apprentissage des sciences fut à l'origine de nouvelles démarches : la situation-problème préconisée à la fin des années 90 [4], puis la **démarche d'investigation** (Inquiry-Based Science Education ou IBSE) [5-6]. Elle fut présentée avec la résolution de problèmes (Problem-Based Learning ou PBL) dans un rapport de la commission européenne, le rapport Rocard, comme des méthodes permettant de motiver les élèves et de leur faire aimer les sciences, évitant peut-être la désaffection pour les disciplines scientifiques constatée depuis plusieurs années [7].

Une diversité des types de tâches

Depuis la mise en place de ces nouvelles démarches pédagogiques au collège (programme 2005), puis au lycée (programmes 2010, 2011, 2012), les objectifs des activités expérimentales se sont diversifiés car elles doivent permettre l'apprentissage du raisonnement et de la rigueur en plus de la confrontation de modèles théoriques à la réalité des observations. Il s'agit maintenant d'**organiser une démarche** pour répondre à une question ou résoudre un problème puis de la **communiquer**. Les élèves doivent savoir formuler des hypothèses, concevoir et réaliser une ou plusieurs expériences pour tester ces hypothèses, analyser les résultats pour valider ou réfuter l'hypothèse, porter un

regard critique sur les résultats et présenter leur démarche à l'écrit et à l'oral. L'apprentissage de la méthodologie de la démarche scientifique doit donc être privilégié durant les séances de travaux pratiques afin de mobiliser progressivement **l'ensemble des compétences de la démarche expérimentale** pouvant être évaluées dans les épreuves d'ECE des filières S et STL : s'approprier, analyser, réaliser, valider, communiquer, être autonome et faire preuve d'initiative. Ces compétences, qui doivent être travaillées dès le collège, figurent dans le **domaine 4 du nouveau socle commun de connaissances, de compétences et de culture** [8].

En plus de montrer aux élèves l'activité des scientifiques, les séances de travaux pratiques doivent également privilégier **l'interaction entre pairs**, indispensable à l'apprentissage des élèves, grâce au travail en groupes, les rendre **plus actifs**, développer leur **créativité** et leur **autonomie** [9]. Elles permettent aussi d'intégrer progressivement des **notions de métrologie** dans des situations variées pour développer chez les élèves des capacités en rapport avec la mesure comme le préconisent les documents « Repères pour la formation » des filières S et STL [10]. Cet apprentissage « contextualisé, progressif et régulier » doit être initié dès la classe de seconde.

Les difficultés des élèves

Les élèves ont des difficultés pour s'approprier la démarche d'investigation. Ils envisagent rarement spontanément d'avoir recours à l'expérience pour tester une hypothèse et restent encore trop passifs pour échanger et se poser de nouvelles questions. L'élaboration de protocoles expérimentaux s'avère également être une tâche délicate, en particulier lorsque plusieurs facteurs varient. Les résultats obtenus sont parfois remis en question, mais leur domaine de validité n'est, en général, pas discuté [11].

De nouvelles démarches pour les séances de TP

- La **démarche d'investigation** comporte sept étapes [12]. Elle est initiée par le questionnement des élèves à propos d'une situation problème motivante et proche de leur environnement quotidien. Ce questionnement débouche sur des hypothèses qu'ils doivent valider au terme d'une investigation pouvant prendre appui sur l'expérimentation, l'observation et la recherche de documents. Des échanges argumentés autour des propositions élaborées par leurs pairs puis l'institutionnalisation réalisée par l'enseignant aboutissent à la construction de nouvelles connaissances qui sont réinvesties dans une autre situation.

- Dans un **TP top**, les tâches proposées aux élèves consistent principalement à élaborer un protocole expérimental pour atteindre un but fixé par l'enseignant. Ce dernier a comme rôle d'aider les élèves à trouver par eux-mêmes, en leur fournissant une information brève et précise (appelée « top » ou « joker » ou « indice » ou « coup de pouce ») au moment où ils le demandent, pour qu'ils apprennent dans l'action [13-14].

2. LA CONCEPTION EXPÉRIMENTALE

Plusieurs études, dont une réalisée à l'université [3] a montré que, lorsque le protocole est fourni par l'enseignant, les élèves et les étudiants effectuent la manipulation en découpant le mode opératoire en actions élémentaires et en les exécutant les unes à la suite des autres sans comprendre l'objectif de l'activité expérimentale, ni la cohérence qui existe dans l'enchaînement de ces actions. Ils ne font pas non plus le lien avec les connaissances mises en jeu. Il est donc important que les élèves élaborent des protocoles expérimentaux pour donner un peu plus de sens à leur activité durant les séances de travaux pratiques. Ce type d'activités qui fait l'objet de séances spécifiques en L1 à l'UJF est préconisé en CPGE et en BTS "Métiers de la chimie" mais aussi dans les séries S et STL pour la préparation à l'épreuve d'ECE.

Des avantages pour l'apprentissage

Lorsque les élèves élaborent un protocole, ils ont une **réflexion plus approfondie sur les expériences** à réaliser et sur les **notions théoriques** correspondantes, ce qui leur permet de mieux s'approprier les concepts mis en jeu et de comprendre les procédures expérimentales [15]. Ils établissent aussi plus facilement des liens entre leurs connaissances théoriques et pratiques [16].

Des difficultés à prendre en charge

Comme les activités de conception expérimentale mettent en œuvre des tâches cognitives de haut niveau, les élèves rencontrent souvent des difficultés pour **mobiliser les concepts scientifiques** en jeu, pour **trouver les raisonnements** à mettre en œuvre, pour **anticiper et planifier les tâches** à accomplir et pour concevoir et rédiger des **protocoles complets, pertinents et exécutoires** [17].

Concevoir une expérimentation permettant de répondre à un objectif précis est donc une tâche complexe qui doit faire l'objet d'un **apprentissage progressif** durant la scolarité au lycée [18]. Il faut d'abord apprendre aux élèves à comprendre un protocole en les questionnant sur les choix effectués (notamment le matériel et les conditions expérimentales) puis leur demander d'élaborer certaines étapes du protocole en les guidant et enfin le protocole entier sans aide.

Une recherche en classe de terminale S sur le thème des titrages

Une recherche en cours, menée au Laboratoire d'Informatique de Grenoble depuis deux ans, a permis de mettre en évidence les **difficultés rencontrées par les élèves lors de l'élaboration du protocole d'un titrage pH-métrique** dans une séance de TP top [18]. Les expérimentations pédagogiques réalisées dans deux classes de terminale S d'un lycée grenoblois en 2014 et

en 2015 ont ainsi montré que les élèves n'arrivaient pas à **choisir la verrerie adéquate** en fonction de la précision souhaitée. Ils **ne se basent pas sur le matériel** à leur disposition pour trouver le raisonnement à mettre en œuvre et ne vérifient pas que les actions proposées dans leurs protocoles sont réalisables avec la verrerie disponible. Quand ils rencontrent une difficulté, ils ont tendance à **se réfugier dans des calculs** mettant parfois

en œuvre des données inutiles ou optent pour une **stratégie de type « essai-erreur »**, évitant ainsi toute autre forme de raisonnement. Un logiciel d'aide pour l'apprentissage est en cours de développement. Il devrait permettre de faire travailler, avant la séance de travaux pratiques, le raisonnement à mettre en œuvre ainsi que le choix de la verrerie.

3. LES OUTILS NUMÉRIQUES POUR LES ACTIVITÉS EXPÉRIMENTALES

Si l'EXAO et le tableur sont employés depuis très longtemps dans notre discipline pour acquérir des données et traiter les résultats expérimentaux, de nouveaux outils numériques commencent à être utilisés durant les activités expérimentales pour une plus grande motivation des élèves, mais aussi pour leurs plus-values pédagogiques. Il est ainsi possible de collaborer, mutualiser en partageant des documents, individualiser les apprentissages en apportant une aide différenciée ... Le BYOD (« Bring Your Own Device ») qui est une démarche d'utilisation des appareils mobiles personnels des élèves durant le temps scolaire et pour une activité éducative commence à se répandre dans l'enseignement secondaire.

De nouveaux usages du numérique

• Apprentissage des techniques expérimentales

- À l'aide de **vidéos, d'animations et de didacticiels** (disponibles, par exemple sur le site académique d'Aix-Marseille pour la chimie)
- En classe et à la maison (avant la séance de TP ou après pour réviser pour l'épreuve d'ECE).

• Compte rendu de TP numérique

- À l'aide d'un traitement de texte et de **photos** prises avec les téléphones des élèves
- Document déposé sur l'ENT.

• Synthèse orale de la démarche

- À la fin du TP ou à la maison
- Enregistrée avec les **téléphones** des élèves (ou un autre outil numérique) et déposée sur l'ENT.

• Travail coopératif

- Mise en commun des résultats (en cas de répartition des expériences au sein de la classe), bilan à la fin de la séance de TP
- À l'aide d'un **traitement de texte** (Framapad, TitanPad, Word on line ...) ou d'un **tableur collaboratif** (Framacalc, Excel on line ...)
- À l'aide d'un **mur collaboratif Padlet**.

Une application de réalité augmentée

Présentation de **Nicolas Vossier** lors de la réunion de rentrée du réseau ASUR sciences.

Lors d'une activité en groupes, l'utilisation d'une **application de réalité augmentée** permet aux élèves de mieux visualiser les molécules en 3D et de vérifier leurs hypothèses sur l'explication de la forme de certaines molécules. Une présentation de **l'application gratuite MIRAGE** (Méthode d'Inclusion de la Réalité Augmentée dans la Gestion de l'Enseignement) est disponible à l'adresse :

<https://prezi.com/u97v32v5cqh3/mirage-realite-augmentee/>

Vous pouvez aussi trouver d'autres applications avec une fiche pédagogique destinée au professeur et des exemples d'exploitation en classe sur le site du projet MIRAGE : <http://mirage.ticedu.fr/>.

Le smartphone pour les TP de mécanique

Présentation de **Joël Chevrier** (enseignant-chercheur à l'UJF) lors de la réunion du réseau ASUR sciences.

Un smartphone est un ordinateur muni de nombreux capteurs (trois accéléromètres, trois gyromètres, trois magnétomètres, microphones, hauts-parleurs, caméra, GPS, antenne). Il peut donc être utilisé comme un instrument de mesure pour certaines activités

expérimentales : acoustique musicale, niveau sonore, effet Doppler, optique, mécanique. Joël Chevrier propose, sur le site ACCES de l'ENS Lyon, des exemples d'utilisation du smartphone en mécanique et présente le **logiciel iMécaProf** conçu pour analyser les données enregistrées.

Adresse du site ACCES :

<http://aces.ens-lyon.fr/aces/classe/numerique/smartphones/formation/s/3-decembre-2014/videos-sur-lutilisation-des-smartphones-en-mecanique/>

RÉFÉRENCES

- [1] « **Activités expérimentales en physique-chimie : enjeux de formation** ». Rapport de l'Inspection générale. http://www.cndp.fr/portails-disciplinaires/fileadmin/user_upload/Physique-chimie/PDF/Rapport_2011-Activites_experimentales_en_physique-chimie.pdf
- [2] GUILLON A. (1995). **Démarches scientifiques en travaux pratiques de physique de DEUG à l'université de Cergy-Pontoise**. *Didaskalia*, n° 7, p. 113-127.
- [3] SÉRÉ M.-G. & BENEY M. (1997). **Le fonctionnement intellectuel d'étudiants réalisant des expériences : observation de séances de travaux pratiques en premier cycle universitaire scientifique**. *Didaskalia*, n° 11, p. 73-102.
- [4] ROBARDET G. (2001). **Quelle démarche expérimentale en classe de physique ? Notion de situation-problème**. *Bull. Un. Phys.*, vol. 95, n° 836, p. 2-18.
- [5] BARDE M. (2006). **Situation problème et autres situations d'investigation**. *Bull. Un. Phys.*, vol. 100, n° 886 (1), p. 877-885.
- [6] RUFFENACH M. (2006). **La démarche d'investigation au collège... Mission possible ?** *Bull. Un. Phys.*, vol. 100, n° 886 (1), p. 847-855.
- [7] ROCARD M., CSERMELY P., JORDE D., LENZEN D., WALBERG-HENRIKSSON H. & HEMMO V. (2007). **L'enseignement scientifique aujourd'hui : une pédagogie renouvelée pour l'avenir de l'Europe**. Bruxelles, Commission Européenne.
- [8] **Socle commun de connaissances, de compétences et de culture**. Bulletin officiel n° 17 du 23 avril 2015.
- [9] BATAILLE X., BEAUVINEAU E., CHEYMOL N., MAS V. & VIGNERON M. (2009). **Un TP de chimie analytique en séquence d'investigation**. *Act. Chim.*, n° 333, p. 42-47.
- [10] « **Repères pour la formation en physique-chimie au cycle terminal scientifique** » et « **Enseignement de spécialité STL – SPCL : module chimie et développement durable-Repères pour la formation** ». IGEN-Groupe physique-chimie. Disponibles sur éducol : <http://eduscol.education.fr/physique-chimie/>
- [11] MARZIN-JANVIER P. (2013). **Comment donner du sens aux activités expérimentales ?** Habilitation à diriger des recherches, Université Joseph Fourier, Grenoble 1.
- [12] **Programmes de collège des enseignements de mathématiques, de physique-chimie et de sciences de la vie et de la Terre de 2007**. Bulletin officiel spécial n° 6 du 19 avril 2007.
- [13] POULLAIN L. (2002). **TP top**. *Les cahiers pédagogiques*, n° 409, p. 30-31.
- [14] MÉHEUT M., DE HOSSON C. & THAUVIN-ROY E. (2006). **TP top, situation problème, démarche d'investigation**. *Bull. Un. Phys.*, vol. 100, n° 886 (1), p. 835-846.
- [15] ARCE, J., & BETANCOURT, R. (1997). **Student-designed experiments in scientific lab instruction**. *Journal of College Science Teaching*, 27(2), 114-118.
- [16] MARZIN P., ERGUN M., GIRAULT I., D'HAM C., BAUDRANT G., BIAU M. & SANCHEZ E. (2005). **La construction de protocole de travaux pratiques de chimie à l'aide d'un logiciel : quels apports pour les apprentissages ?** *Bull. Un. Phys.*, vol. 99, n° 877-878, p. 991-1009.
- [17] GIRAULT I. & D'HAM C. **Scaffolding a complex task of experimental design in chemistry with a computer environment**. (2014) *J. Sci. Educ. Technol.*, 23, p. 514-526.
- [18] BERTHET A., GIRAULT I. & D'HAM C. (2015). **Difficultés d'élèves pour élaborer un protocole expérimental-Un exemple en classe de terminale S**. *Bull. Un. Phys.*, vol. 109, n° 978.