

# Union des professeurs de physique et de chimie

## Une rencontre européenne autour des activités expérimentales des élèves

*IMPRESSE-Rennes (FR)*

par **Isabelle MULLER, Vincent PARBELLE,  
Monique SCHWOB et Madeleine SONNEVILLE**

imuller@nordnet.fr - vparbelle@nordnet.fr  
schwob.m@wanadoo.fr - madeleine.sonneville@planetis.com

### **RÉSUMÉ**

*Cet article fait le bilan de la journée européenne IMPRESSE (IMPRoving Education in Secondary Science in Europe) organisée par l'UdPPC à Rennes en octobre 2005. Cette journée avait pour thème les activités expérimentales dans les différents pays représentés. Deux axes de réflexion et de discussion ont été proposés par le biais de conférences et d'ateliers : les objectifs des activités expérimentales et leur évaluation. Après un compte-rendu des principaux points forts de la journée, cet article essaie de dégager, au-delà des disparités importantes des situations, un certain nombre de points de convergence et de différences qui pourront servir de base d'échange pour des rencontres ultérieures.*

### **ABSTRACT**

*This article is a report of the European IMPRESSE (IMPRoving Education in Secondary Science in Europe) meeting, organised by UdPPC in Rennes, in October 2005. The theme of this European day was the pupils' experimental activities in the participating countries. Two lines of thought and discussion were offered within talks and workshops: objectives of experimental activities, and their assessment. A summary of the key moments of this day is followed by an attempt to bring out a certain number of convergence points and differences, beyond important disparities of the national situations. These points could be used as a basis for further talks in next meetings.*

Après la première journée internationale IMPRESS (IMPRoving Education in Secondary Science) qui a eu lieu au Pays-Bas en avril 2005<sup>(1)</sup>, une seconde manifestation intitulée IMPRESSE (IMPRoving Education in Secondary Science **in Europe**) a été organisée par l'UdPPC à Rennes le 22 octobre 2005, dans le cadre des 53<sup>es</sup> Journées nationales. L'UdPPC avait invité deux représentants de chacune des associations avec lesquelles elle entretient des relations régulières : ABPPC (Belgique francophone), AIF (Italie), ASE (Grande-Bretagne), Collegi de doctores (Catalogne), CRP (Suisse), MNU (Allemagne), NVON (Pays-Bas), SSPSN (Suisse), VeLeWe (Belgique néerlandophone). L'AIF et la CRP n'avaient pu se faire représenter, mais avaient envoyé une contribution. Une vingtaine au moins de collègues participant aux journées de l'UdPPC sont venus assister à l'une ou l'autre des quatre sessions de cette rencontre.



Sur proposition de l'UdPPC, les associations avaient retenu un thème : **les activités expérimentales des élèves**. Il s'agit en effet d'un sujet sur lequel la réflexion est très active dans notre pays, tant au niveau de l'enseignement élémentaire (enseignement des sciences et de la technologie à l'école primaire) que du collège (mise en place d'une pédagogie d'investigation) et du lycée (évaluation des capacités expérimentales au baccalauréat). Cependant, si, en France, ces activités sont effectivement présentes dans le cursus du lycée sous le nom de travaux pratiques, cette situation est loin d'être générale. C'est pourquoi ce dernier terme sera très peu employé dans l'article. On lui préférera le terme plus général d'activités expérimentales (AE), quitte à distinguer les activités d'investigation (expériences, *experiment*) et les activités traditionnellement plus dirigées (travaux pratiques, *labwork*) lorsque cela apparaîtra nécessaire.

Au-delà de la rencontre entre des associations issues de pays géographiquement très proches et dont les préoccupations convergent sur un grand nombre de sujets, la journée fait apparaître, aux dires de certains collègues qui découvrent la situation de nos voisins, un véritable *choc des cultures* en matière

- de structure des systèmes d'enseignement (du système centralisé français au système suisse où la liberté des établissements et des professeurs est totale) ;
- de statut des activités expérimentales (du *labwork* aux *experiments*) ;
- de pédagogie de l'enseignement des sciences ;
- d'approche des questions d'évaluation (du système français dont les évaluations sont organisées à l'échelle nationale à des évaluations, dans certains pays, sous l'entière responsabilité des établissements ou des enseignants).

(1) Le Bup n° 876, juillet-août-septembre 2005, p. 834.

C'est ainsi, en particulier, que les associations homologues de l'UdPPC dans les autres pays réunissent en général des professeurs qui enseignent les sciences physiques, mais aussi des professeurs de biologie et parfois de mathématiques. De même, la répartition des matières enseignées par les professeurs peut être différente de ce qu'elle est chez nous : un professeur de physique n'enseigne pas forcément la chimie, en revanche il enseigne parfois les mathématiques, tandis qu'un professeur de chimie peut enseigner simultanément la biologie. Ces considérations expliquent que le texte qui suit fasse souvent référence aux sciences en général plutôt qu'à la physique-chimie en particulier.

## 1. LES CONFÉRENCES INVITÉES

La première session avait vocation à fournir des éléments de réflexion et à préparer les échanges pour les ateliers de l'après-midi (session 3). Les interventions ont porté sur :

- ◆ L'apprentissage à travers l'expérimentation et la pédagogie d'investigation, par Brenda KEOGH et Stuart NAYLOR (UK).
- ◆ Une analyse des activités expérimentales des élèves abordée sous deux angles par Hélène RICHOUX (FR) : Que font vraiment les élèves quand ils expérimentent ? Quelles tâches les professeurs leur demandent-ils d'accomplir en travaux pratiques ?
- ◆ L'évaluation des activités expérimentales en France par Marie-Blanche MAUHOURAT (FR).

### 1.1. Apprendre à travers les activités expérimentales

Brenda KEOGH et Stuart NAYLOR ont enseigné à tous les niveaux du système éducatif en Grande-Bretagne. Leur travail actuel porte sur les *concept cartoons*<sup>(2)</sup> et l'évaluation active, méthodes largement utilisées dans l'enseignement scientifique au Royaume-Uni. Ils participent également à un projet de recherche qui utilise des marionnettes pour enseigner la science aux élèves de sept à onze ans.

Leur intervention rappelle d'abord quelques principes généraux d'enseignement :

- partir du stade où se trouve celui qui apprend ;
- le mettre en activité dans l'apprentissage ;
- expliciter ses idées.

Dans le domaine des activités expérimentales, les conférenciers soulignent qu'il convient de procurer plus spécialement aux élèves :

- une impulsion initiale motivant l'investigation ;
- des activités les conduisant à réfléchir et à parler de leurs idées ;
- des occasions de collaborer ;
- des problèmes à résoudre plutôt que des instructions à exécuter.

(2) <http://www.millgatehouse.co.uk> et <http://www.conceptcartoons.com>  
 Concept cartoons in science education, Stuart NAYLOR and Brenda KEOGH, Millgate House Publishers (2000).

En résumé : poser un problème, faire parler les élèves, les faire réfléchir et susciter ainsi le besoin de l'investigation.



Brenda KEOGH et Stuart NAYLOR à l'œuvre.

D'après les conférenciers, les démarches peuvent s'appuyer sur des objets qui intéressent les élèves, des situations de la vie quotidienne, la confrontation avec les idées des autres, les *concept cartoons*, la séquence prédiction-observation-explication, les questions posées en termes de *vrai ou faux*, la création par le dessin, le bricolage ou la réflexion, les histoires... On trouvera quelques-uns de leurs *concept cartoons* dans l'annexe 1 et une rapide analyse de deux de leurs ouvrages en annexe 2.

## 1.2. Les activités des élèves en travaux pratiques de physique et de chimie

À côté de son enseignement en lycée, Hélène RICHOUX, professeur de sciences physiques et didacticienne, a participé à la formation initiale et continue des professeurs. Elle a contribué également à des projets de recherche centrés sur une analyse du travail des élèves en travaux pratiques. Les résultats ont été publiés<sup>(3)</sup> et ont conduit à un cédérom utilisé dans le cadre de la formation des professeurs<sup>(4)</sup>.

Qu'apprennent les élèves au travers des activités expérimentales ? Comment utilisent-ils effectivement le matériel ? Comment mettent-ils en œuvre leurs idées ? Quelles connais-

(3) Une question d'actualité : comment impliquer les élèves dans l'apprentissage en physique-chimie (Le Bup n° 876, juillet-août-septembre 2005, p. 755).

(4) Concevoir et analyser les activités expérimentales en sciences physiques, cédérom pour la formation des enseignants du second degré (Le Bup n° 877-878, octobre-novembre 2005, p. 1127).

sances mettent-ils en jeu ? Évoluent-elles au fil des séances ? Pour répondre à ces questions, des séances de travaux pratiques de physique et de chimie ont été conçues et filmées, dans le cadre d'un projet de recherche en didactique<sup>(5)</sup>. L'étude des documents écrits et des séquences filmées montre que, lorsque les instructions données aux élèves ont pour objectif d'induire un travail de réflexion, alors les élèves analysent effectivement la situation expérimentale, font des propositions, avancent des arguments et défendent leur compréhension des phénomènes physiques.

Mais qu'en est-il, en général, de la pratique en classe ? Quelles tâches les élèves sont-ils censés effectuer ? Jusqu'où leur réflexion est-elle sollicitée ? Quelle part d'autonomie ont-ils ? Pour répondre à ces questions et aider les professeurs à questionner leurs pratiques, une grille de description des tâches demandées aux élèves a été mise au point. Son utilisation a révélé la diversité des pratiques des enseignants. Elle a montré, du même coup, l'importance d'une analyse de l'articulation entre les objectifs d'apprentissage et les travaux pratiques proposés aux élèves.



Hélène RICHOUX en pleine action.

### 1.3. L'évaluation des activités expérimentales en France

Marie-Blanche MAUHOURAT a enseigné la physique, la chimie et le génie chimique en lycée général et technologique, puis en classes préparatoires aux grandes écoles. Dans le cadre de ses fonctions actuelles à l'Inspection pédagogique régionale, elle pilote un groupe académique de travail pour diversifier les pratiques d'évaluation et pour impulser, notamment, l'évaluation des activités expérimentales à tous les niveaux du cursus secondaire.

À l'attention essentiellement des collègues non-français, son intervention présente diverses modalités d'évaluation des activités expérimentales en France ainsi que les compétences évaluées au collège et dans l'enseignement général au lycée :

- dans les examens nationaux : diplôme national du brevet, baccalauréat S (épreuve écrite et évaluation des capacités expérimentales), Travaux personnels encadrés ;
- en classe, tant lors des activités pratiquées au laboratoire qu'à travers des évaluations écrites ;

(5) Conception et analyse d'activités pour la formation scientifique, INRP et UMR ICAR (CNRS, université Lyon2, ENS LSH, ENS Lyon).

– dans deux concours : les Olympiades nationales de chimie et de physique.

Introduites en France depuis quelques années, ces diverses évaluations ont engagé une intense dynamique de réflexion qui souligne la très grande importance que revêtent les activités expérimentales aux yeux des professeurs dans notre pays.

## 2. LES INTERVENTIONS DES ASSOCIATIONS

En vue de la rencontre, les associations ont préparé des posters qui décrivent le fonctionnement des activités expérimentales dans l'enseignement primaire et secondaire de leur pays. Les congressistes UdPPC ont pu profiter de ces posters, affichés toute la journée dans la Halle technologique de l'Institut national des sciences appliquées (INSA).

Les communications des associations, appuyées sur ces posters, font l'objet de la seconde session et révèlent la diversité des situations.



L'exposition de posters.

### 2.1. L'enseignement primaire

Un enseignement de science fondé sur des activités expérimentales, pas toujours obligatoires, est présent ou émerge dans la plupart des pays. Si, en France, il va jusqu'à inclure la technologie, en *Belgique néerlandophone*, il reste encore limité à la biologie.

Il s'agit le plus souvent de deux ou trois heures hebdomadaires (*Suisse, France, Catalogne, Grande-Bretagne*). Mais il n'y a parfois, comme en *Allemagne*, aucun horaire prescrit, alors que les thèmes d'enseignement sont obligatoires. En *Suisse*, le cursus peut différer d'un canton à l'autre, voire d'un établissement à l'autre. Et lorsque, comme aux *Pays-Bas*, les écoles sont libres de choisir ce qu'elles enseignent, il arrive qu'il n'y ait aucun enseignement de science, donc, *a fortiori*, pas du tout d'activités expérimentales.

L'enseignement s'appuie souvent sur le développement de compétences d'observation des situations de la vie quotidienne (*Belgique francophone*). Les enfants peuvent faire tous la même chose ou pratiquer des activités diversifiées dont ils rendent compte devant la classe (*Grande-Bretagne*). Les activités se déroulent toujours dans la salle de classe ordinaire, sans laboratoire spécifique. Cet enseignement est le plus souvent sous la responsabilité du professeur en charge de la classe, même si, en *France* par exemple, il arrive qu'un maître plus compétent en sciences prenne en charge ces activités.

Toutes les associations soulignent que les enseignants du primaire ne sont pas assez formés en sciences et que le matériel est rarement suffisant.

En *Grande-Bretagne*, l'enseignement des sciences à l'école primaire s'intègre dans un cursus national d'enseignement des sciences et fait l'objet d'une évaluation (*national science SATs test*) en fin d'école primaire (11 ans).

## 2.2. Le niveau du collège

La première rencontre IMPRESS avait permis de comparer les structures des systèmes d'enseignement des sciences dans les différents pays participants. Ce sujet n'a pas été abordé à nouveau à Rennes. Cependant, certaines particularités émergent inévitablement au fil des présentations et des discussions.

- ◆ C'est ainsi qu'aux *Pays-Bas* on passera, en 2007, d'un enseignement de la physique, de la chimie et de la biologie par des professeurs différents à un **environnement d'apprentissage** dans lequel des professeurs convenablement formés seront encouragés à enseigner les trois disciplines tandis que les autres continueront à travailler comme auparavant. En *Belgique francophone*, c'est un même professeur qui enseigne l'ensemble physique-chimie-biologie aux élèves âgés de 12 à 14 ans dans l'enseignement public et ce fonctionnement s'étend de 12 à 16 ans dans l'enseignement confessionnel. Quant aux professeurs de sciences de la *Belgique néerlandophone*, ils ne sont, de la même façon, pas systématiquement spécialisés. Cette dernière communauté partage enfin avec la France une particularité : l'absence d'un enseignement de physique-chimie en début de collège.
- ◆ L'**horaire** des élèves inclut les activités expérimentales (*Allemagne, France, Catalogne, Belgique francophone*) sans que la durée qui leur est réservée soit nécessairement spécifiée. Des activités expérimentales optionnelles existent cependant en *Catalogne* et en *Belgique francophone*. On sait qu'en *France*, l'expérience réalisée par le professeur coexiste avec les activités expérimentales des élèves. De la même façon, en *Grande-Bretagne*, les activités pratiquées au laboratoire ne sont pas forcément mises en œuvre par les élèves eux-mêmes, pour des raisons liées à la taille des classes et au coût du matériel et des produits : les simulations semblent y tenir une place croissante et les élèves sont peu familiarisés avec les aspects pratiques même si l'investigation en petits groupes est encouragée.
- ◆ Les professeurs disposent le plus souvent de **salles spécifiques** même si ce n'est pas du tout la règle en *Suisse* et en *Belgique francophone*. Les établissements de *Catalogne* sont tous dotés, outre les laboratoires de physique, chimie et biologie, d'une salle équipée pour l'expérimentation assistée par ordinateur. L'absence de *personnel technique* est générale sauf aux *Pays-Bas*, seul pays où les professeurs sont aidés par du personnel de laboratoire.
- ◆ Les **effectifs** des classes oscillent entre 25 et 35 élèves. Les groupes d'effectif réduit pour les activités expérimentales ne sont pas plus prévus en *Allemagne*, en *Belgique*, aux *Pays-Bas*... qu'en *France*. La *Belgique néerlandophone* se singularise puisqu'elle bénéficie, d'un bout à l'autre du cursus secondaire, de classes dont les effectifs sont limités à 24 élèves.
- ◆ En *Grande-Bretagne*, l'**examen** de fin de cycle comporte des questions sur les aspects

pratiques des sciences. En *Catalogne*, il ne prévoit pas d'évaluation des activités expérimentales. Enfin, en *Allemagne*, les compétences expérimentales sont définies, depuis l'année scolaire 2004-2005 par des standards nationaux.

### 2.3. Le niveau du lycée

L'enseignement se diversifie en *Belgique francophone* à partir de l'âge de seize ans, distinguant une voie générale (elle-même dissociée en séries scientifiques et non-scientifiques) et une voie technologique où les activités expérimentales sont très importantes. Cette structure est donc comparable à celle de la *France*. Cependant, l'enseignement expérimental reste optionnel dans la voie générale et n'est pas offert dans tous les établissements.

La rénovation en cours de l'enseignement scientifique en *Grande-Bretagne* vise à proposer des sujets d'étude plus en rapport avec la vie quotidienne. La surcharge des programmes y a limité jusqu'à présent la mise en œuvre des activités expérimentales au lycée. Les nouvelles recommandations mettent l'accent sur la pratique expérimentale (*hands-on*).

En *Catalogne*, les horaires et programmes actuels ne réservent pas de temps aux activités expérimentales, même si elles sont encouragées. Il s'agit simplement d'une activité optionnelle de deux heures hebdomadaires, proposée dans chaque établissement. Les effectifs sont alors de vingt élèves. En raison de ce caractère non obligatoire, les activités de simulation et la résolution de problèmes sont parfois préférées par les professeurs, au détriment des activités expérimentales.

La *Suisse* propose, au niveau du lycée, un enseignement de physique, chimie et biologie à tous les étudiants. Mais les modalités du travail expérimental peuvent varier considérablement, depuis le travail en classe entière (rare) jusqu'au travail en groupes dans des laboratoires généralement bien équipés.

Les effectifs conseillés pour les groupes sont de seize élèves en *Belgique francophone*, de vingt en *Allemagne*. En *Belgique néerlandophone*, lorsque l'enseignement expérimental est individualisé, les groupes sont limités à quatorze élèves. Les séquences de travaux pratiques sont alors associées à un compte-rendu rédigé à la maison (dispositif, mesures, calculs, graphes, conclusions, réponses à des questions diverses). Il n'y a pas de personnel de laboratoire en *Catalogne* et en *Belgique néerlandophone*.

### 2.4. L'évaluation des activités expérimentales

En *Grande-Bretagne* comme en *France*, la partie expérimentale représente 20 % de la note finale de l'examen.

En *Allemagne*, les états fédéraux s'orientent désormais vers un examen final commun : les compétences requises relèveront à la fois de l'expérience et de la conceptualisation (*experi et mental...*). En conséquence, le travail expérimental devrait être présent dans

chaque évaluation tout au long de la formation.

En *Suisse* un petit nombre de professeurs évaluent les activités expérimentales.

En *Belgique néerlandophone* le travail de laboratoire est évalué en cours de formation, mais pas dans le cadre de l'examen. Les détails de cette évaluation varient donc selon les établissements.

Les *Pays-Bas* envisagent d'évaluer les activités expérimentales à travers des questions posées, dans une épreuve écrite, sur des sujets pratiques.

### 3. LES ATELIERS

Deux ateliers en parallèle (session 3) animés l'un par la France, l'autre par le Royaume-Uni ont permis d'aborder les sujets suivants :

- ◆ Quels sont les objectifs des activités expérimentales ? Quels sont les arguments en faveur de ces activités ?
- ◆ Faut-il évaluer les activités expérimentales ? Que faut-il évaluer et comment l'évaluer ?

Afin de mieux préparer les échanges, les associations avaient été invitées à proposer des listes de questions autour des thèmes d'ateliers. Les questions suggérées par les associations sont reproduites dans l'annexe 3 et sont significatives de la diversité des problèmes qui se posent actuellement selon les pays, diversité déjà évoquée en introduction.

Dans les deux ateliers les échanges ont été très animés et variés. Il nous a semblé prématuré de les réduire à une brève synthèse, d'ailleurs difficile à faire et qui aurait risqué d'occulter la richesse de certaines discussions. C'est pourquoi nous proposons ci-dessous un compte-rendu assez détaillé de ces échanges qui pourra servir de base à une réflexion ultérieure. Nous avons noté entre parenthèses lorsque nous l'avons relevé ou que cela apparaissait comme significatif, le pays à l'origine de certaines remarques.

#### 3.1. Atelier 1 : Quels sont les objectifs des activités expérimentales ?

L'atelier s'est articulé en deux étapes : dans un premier temps, nous avons cherché à définir des objectifs « internes » à la communauté des enseignants de sciences. Dans un deuxième temps, nous avons cherché à formuler ces objectifs en termes d'arguments susceptibles d'être convaincants à l'extérieur de la communauté (décideurs, autres disciplines, etc.).

L'atelier démarre par un constat et une question : il existe en Europe des usages très différents dans la façon de mener les activités expérimentales ; peut-on dégager des objectifs généraux et/ou communs ?

Si la première réponse est qu'il s'agit bien d'enseigner un contenu scientifique, la suite du débat permet de dégager de nombreux autres aspects !

### **La science du scientifique et le citoyen...**

Il convient de distinguer les niveaux d'enseignement concernés. Au collège, le rôle des activités expérimentales c'est d'amener l'élève à enquêter et à (se) poser des questions. En ce sens, la pratique de référence est celle du scientifique tel qu'il pratique la science. Au lycée, les activités expérimentales sont beaucoup plus structurées. Les élèves disent parfois « j'ai fait un TP » comme s'ils n'avaient rien appris. À l'université, on se rapproche à nouveau d'une pratique de recherche. (UK)

Les activités expérimentales doivent permettre d'illustrer ce qu'est la science, comment elle fonctionne, et pas seulement de prouver. Elles doivent permettre de préparer le futur citoyen à aborder des questions de société qui ont un lien avec la science. Il faut également pouvoir faire comprendre que la science est quelque chose qui évolue et qui se questionne. (UK)

Il ne faut peut-être pas confondre les *experiments* (expériences) qui impliquent une investigation et les *labwork* (travaux pratiques) qui impliquent un protocole assez précis, contraignant et souvent moins ouvert. (UK)

### **Acquisition de connaissances et de savoir-faire...**

À quoi servent nos activités expérimentales ? Est-ce un élément pour construire un cours ou bien une illustration qui vient en appui du cours ? Est-ce une explication ou une confirmation ? Ceci semble dépendre énormément du niveau d'enseignement. (CH)

Une question connexe : est-ce que ce que l'on fait durant les activités expérimentales est une part obligatoire de ce qu'il faut savoir ? La question se pose du point de vue des programmes et des objectifs des activités expérimentales, mais aussi du point de vue des élèves : les élèves intègrent-ils les connaissances et les savoir-faire appris durant les AE dans l'ensemble des connaissances élaborées par d'autres méthodes (cours en particulier) ?

On pourrait aussi dire : les deux corpus de connaissances, celles apprises par le biais des AE et celles acquises pendant les cours « s'ajustent-ils » ?

En France, on signale que ce que l'élève apprend lors du *labwork* fait partie intégrante du savoir à construire et à mémoriser tel qu'il est défini dans les programmes.

### **Efficacité de l'apprentissage et évaluation...**

On peut alors se poser la question du type d'apprentissage effectué. Une même manipulation peut être conduite avec des objectifs totalement différents. Par exemple, un titrage peut avoir pour objectif la connaissance du matériel, l'acquisition de gestes opératoires, la mise à l'épreuve d'une théorie (force des acides et des bases), le concept de réaction chimique/transformation, la notion d'excès/défaut ou bien constituer le terme d'un projet visant à faire découvrir aux élèves ce qui est « caché » dans une solution (qualitativement/quantitativement).

Il peut donc y avoir des objectifs extrêmement variés et il faut se poser la question de la « qualité » et de l'efficacité de l'apprentissage, en particulier conceptuel, dans ce type de situations.

Le problème de la rédaction des feuilles de travaux pratiques (*worksheet*) se pose également : il est bien entendu lié aux objectifs.

Enfin, dans le cas où ces activités sont évaluées par un examen terminal, la proximité de cette échéance infléchit souvent les objectifs : les activités tendent à devenir de plus en plus contraintes par l'évaluation au fur et à mesure qu'on se rapproche de l'examen.

Le problème de l'évaluation des AE peut être posé d'une autre façon. Comment répondre à la situation suivante : dans un lycée neuf, encore sans matériel et donc sans travaux pratiques, les élèves n'ont pas moins bien réussi au baccalauréat scientifique, au contraire (ils ont eu davantage de temps pour travailler des compétences théoriques) ?

### ***Des arguments pour convaincre...***

Le groupe fait alors le constat que tous les enseignants scientifiques européens (et sans doute les élèves) sont convaincus de l'intérêt des AE et que les objectifs qu'on peut leur assigner sont variés. Afin d'élargir le débat, on se propose de réfléchir à ce que l'on avancerait à des décideurs politiques pour les convaincre de l'intérêt des AE. Quelle efficacité ont-elles sur les performances des élèves au regard du coût pour la société ?

Le besoin de scientifiques se fait sentir de manière aiguë. Dans ces conditions, on constate qu'il peut y avoir d'autres modalités que les activités expérimentales pour renforcer l'intérêt pour la science : ainsi, aux *Pays-Bas*, des entreprises ont impulsé un partenariat avec l'école. C'est une façon de montrer la science dans ses applications et de la situer dans un contexte. C'est un projet à long terme qui semble commencer à porter ses fruits.

Les activités expérimentales ont des effets à long terme : arrivé à l'âge adulte, on se rappellera les séances de travaux pratiques et ce qu'on y a fait même si on aura oublié pourquoi on l'a fait. On aura aussi pris conscience de ce que c'est que « faire de la science ». (UK)

Pour s'adresser aux politiques, il faut sans doute distinguer la formation du citoyen de celle du scientifique. Tous les élèves de lycée ne seront pas des scientifiques. Il faut cependant enseigner des sciences à tous pour les former à **l'évaluation des risques** et à **la connaissance du fonctionnement de la science** et non, en premier lieu, pour former des scientifiques.

Toutefois, pour pouvoir décider de s'engager dans une formation scientifique longue, il faut avoir une idée de ce qu'est la science. Et pour pouvoir comprendre ce qu'est la science, il est nécessaire de prendre conscience de ses propres idées préalables, de les confronter aux situations matérielles, ce qui pourra justifier l'élaboration du savoir scientifique, reproductible, qui a force de preuve. Pour ceci, la manipulation de matériel est

indispensable, dans la nécessaire mise en relation entre objets et événements, d'une part, savoirs théoriques, d'autre part.

**En conclusion de cet atelier :** On peut distinguer quelques objectifs principaux des activités expérimentales :

- ◆ Juger de la validité d'une affirmation au sujet du monde matériel. Analyser scientifiquement une situation.
- ◆ Comprendre la science et son fonctionnement et confronter les idées scientifiques à ses propres idées « naïves ».
- ◆ Acquérir une motivation pour les sciences.
- ◆ Apprendre des concepts scientifiques.

### **3.2. Atelier 2 : Faut-il évaluer les activités expérimentales ? Qu'évaluer et comment l'évaluer ?**

L'atelier s'engage sur une question : Est-il nécessaire d'évaluer les activités expérimentales et que fait-on, de ce point de vue, dans les différents pays ?

En *Catalogne*, seuls les comptes-rendus (objectifs de la manipulation, méthode, mesures, conclusions) sont évalués. Quelle est alors la part de l'élève et celle du professeur dans le document qui est produit ? Il n'y a d'ailleurs pas de stratégie particulière d'évaluation.

En *Belgique néerlandophone*, la plupart des professeurs tentent de proposer dans les épreuves écrites des questions autour des activités expérimentales. Mais que choisit-on d'évaluer : les progrès effectués par l'élève ou le stade final auquel il parvient ? La démarche ou le résultat ?

Aux *Pays-Bas*, une partie de la note de l'examen (40 %) est propre à l'école et l'autre partie (60 %) correspond à une épreuve théorique centralisée, afin de ne pas encourager la surévaluation par l'école de ses propres élèves. C'est donc l'école qui décide si les travaux pratiques font ou non partie de l'examen qu'elle organise. Il arrive qu'il y ait une discordance entre les notes attribuées localement et les notes attribuées nationalement. C'est en fait la question de l'évaluation locale qui est posée.

En *Grande-Bretagne*, dans le test écrit qui est soumis aux élèves à l'âge de onze ans, il y a juste une question concernant les aspects expérimentaux. Pour la tranche d'âge 12-16 ans, les élèves ont un examen expérimental dans lequel ils doivent réaliser eux-mêmes une expérience et en analyser les résultats. Ils peuvent alors choisir :

- de préparer une expérience à la maison et de la réaliser ensuite en classe devant le professeur ;
- de réaliser une expérience dont le sujet est envoyé à l'école par le service d'examen.

La première option ne garantit pas l'authenticité du travail : il y a souvent des plagiat à partir de l'Internet, voire même des élèves qui vendent des expériences complètes à leurs camarades.

À 18 ans, le « General Certificate of Secondary Education (GCE) »<sup>(6)</sup> pour l'enseignement des sciences comporte des examens tout au long de l'année : il est très prescriptif, ce qui exclut toute investigation et toute innovation.

Une seconde question peut être posée : *est-il possible d'évaluer la pratique expérimentale au travers d'épreuves écrites ?*

Plusieurs interventions (*Allemagne, Grande-Bretagne*) insistent sur la nécessité de définir des critères d'évaluation :

- Ces critères doivent être élaborés en relation avec des objectifs.
- Que veut-on que les élèves apprennent ? Pas seulement à appuyer sur un bouton !
- Comment peut-on construire les tests d'évaluation ?
- Comment les enfants construisent-ils leurs compétences expérimentales ? Nous n'avons que peu d'idées de la façon dont cela fonctionne. Il faut interroger les sciences de l'éducation.
- Des évaluations intelligentes : qu'est-ce que cela pourrait être ?
- Comment mettre en place les évaluations avec des groupes de vingt-quatre élèves ?

De façon plus générale, ne pourrait-on définir des critères d'évaluation communs aux différents pays et qui joueraient de rôle de « système international d'évaluation » ? On évoque le modèle de ce que les professeurs de langues vivantes ont mis au point comme critères européens d'évaluation des langues.

On souligne qu'en France, une évaluation de caractère national (caractère auquel les professeurs sont très attachés) existe sous la forme d'un examen expérimental. Outre l'intérêt intrinsèque de l'aspect expérimental, cette forme d'examen permet d'exercer une « pression » forte afin de maintenir les laboratoires et les équipements matériels dans les lycées. Les critères d'évaluation des activités expérimentales français sont publiés<sup>(7)</sup> et consultables. Cependant, les programmes ne sont pas rédigés en fonction de critères européens de connaissances ou de compétences. On propose que tous les participants consultent cette liste de critères et fassent des suggestions. Cela pourrait constituer un point de départ pour une réflexion ultérieure commune.

**En conclusion de cet atelier :** Les activités pratiques sont très importantes dans l'enseignement des sciences. Elles doivent donc être évaluées. Mais pour cela, il faut des critères qui sont eux-mêmes fortement liés aux objectifs qu'on assigne aux activités pratiques.

#### 4. LA SYNTHÈSE

La session 4 constituait une synthèse des ateliers et de la journée. Au-delà des disparités structurelles et d'une réflexion très différente selon les pays, elle a permis de mettre

(6) <http://www.qca.org.uk/609.html>

(7) Bulletin officiel de l'éducation nationale, n° 4 hors-série du 30 août 2001, p. 76-77.

en évidence un certain nombre de points de convergence qui pourraient alimenter la réflexion ultérieure :

- ◆ Les activités expérimentales sont constitutives de l'enseignement des sciences expérimentales et de la science elle-même.
- ◆ En conséquence, elles doivent être évaluées.
- ◆ Pour les évaluer, les professeurs ont besoin de critères qui auront d'autant plus de légitimité qu'ils auront une portée supranationale.
- ◆ Il est indispensable de développer une argumentation en faveur des activités expérimentales destinée à des interlocuteurs extérieurs à la communauté éducative scientifique.

#### **4.1. Pourquoi les activités expérimentales sont-elles essentielles ?**

Il est important que l'individu puisse questionner le monde qui l'entoure et ce qui s'y passe. En développant à l'école l'investigation et l'approche scientifique des phénomènes, on permet à chacun d'appréhender le fonctionnement de la science et le travail des scientifiques. Une fois leurs études terminées, les élèves oublieront sans doute telle ou telle loi physique apprise à l'école. Ils retiendront cependant comment on peut prouver ou réfuter quelque chose. On pourrait dire qu'il faudrait éviter de se retrouver à l'avenir dans la situation du procès Galilée où le jury s'avéra incapable, par manque de culture scientifique, d'apprécier la validité de la preuve administrée par Galilée : pour pouvoir prouver, reproduire, il faut avoir recours à l'expérience. L'expérience est consubstantielle de la science.

Les citoyens doivent aussi pouvoir questionner les affirmations des experts et se faire une opinion sur des sujets tels que les énergies fossiles ou renouvelables, les organismes génétiquement modifiés, la maladie de la vache folle, la grippe aviaire, etc.

D'autre part, les élèves aiment généralement réaliser des expériences et cela augmente leur motivation. Bien entendu, certains d'entre eux poursuivront des études supérieures scientifiques. Ceux-là ont également besoin de savoir de quoi parle la science et en quoi consistent les études qu'ils envisagent, ne serait-ce que pour éviter les déconvenues qui finiraient par les détourner de ces études après qu'ils les auront entreprises. C'est seulement à travers d'authentiques activités expérimentales qu'on peut essayer de le leur montrer.

#### **4.2. Comment atteindre les objectifs assignés à ces activités ?**

En organisant très soigneusement le travail expérimental : les conférences invitées ont montré comment un point de départ qui lance un défi à l'élève et une « feuille de route » qui sollicite sa réflexion peuvent l'aider à prendre pied dans de nouvelles connaissances. Les activités expérimentales doivent aider vraiment l'élève à donner du sens à ses connaissances théoriques.

Un problème important subsiste : la conception et l'organisation de ce travail sont très influencées par les pratiques d'évaluation, tant du point de vue des élèves (*ceci peut-il être demandé à l'examen ?*) que vis-à-vis des objectifs de formation.

### 4.3. Élaborer un argumentaire pour convaincre

Les professeurs échangent beaucoup à propos des activités expérimentales et font, le plus souvent, tout leur possible en la matière. Il faut, certes, les former mieux encore à l'encadrement et à l'évaluation de ces activités. Mais ils ont également besoin d'une légitimité face au monde politique, aux parents...

Comment faire ? Nous sommes tous intimement convaincus, mais nous manquons souvent d'arguments pour prouver ce dont nous sommes convaincus. Or les élus considèrent souvent que notre enseignement est coûteux et que le fonctionnement des laboratoires revient cher. Les élèves n'apprendraient-ils pas mieux en utilisant simplement les animations disponibles sur le web plutôt qu'en expérimentant avec du véritable matériel et des instruments de mesure ? Ne réussiraient-ils pas mieux aux tests internationaux en s'entraînant à la résolution de problèmes écrits au lieu d'expérimenter ? Ces questions ne sont pas toujours posées aussi brutalement, mais elles doivent être dans l'esprit de pas mal de gens et nous devons nous préparer à y répondre.

### 4.4. Et les critères d'évaluation ?

Il est proposé de mettre en commun les critères d'évaluation existant dans différents pays et, à partir de cette base, de constituer une grille de capacités en relation avec le travail expérimental. Elle pourrait s'apparenter à la liste de capacités constituée par le Conseil de l'Europe en matière de langues vivantes dans le document intitulé *Cadre européen commun de référence pour les langues : apprendre, enseigner, évaluer*<sup>(8)</sup>.

Les différentes associations pourraient aussi réunir et comparer des exemples d'évaluations et les confronter

- aux objectifs, en termes de capacités ;
- aux critères retenus ;
- à des grilles semblables à celles qui ont été présentées par Hélène RICHOUX en termes de connaissances et de compréhension.

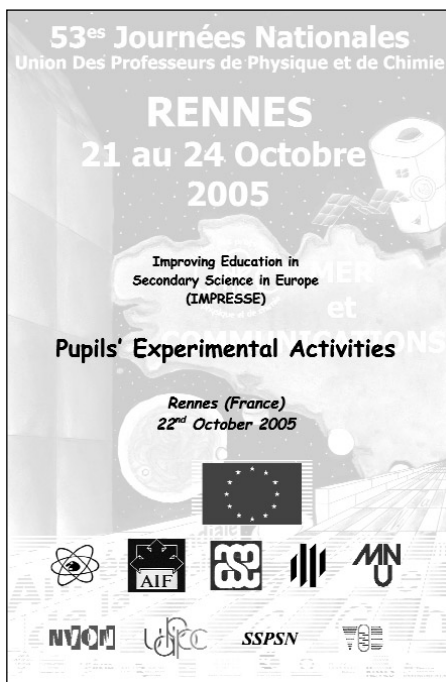
Sur ce sujet, la demande de certaines associations est très pressante. La France a amorcé une réflexion susceptible d'intéresser d'autres pays. Les échanges et le travail entre les associations vont donc se poursuivre.



(8) [http://culture2.coe.int/portfolio/inc.asp?L=F&M=\\$t/208-1-0-1/main\\_pages/..&L=F&M=\\$t/208-1-0-1/main\\_pages/levels.html](http://culture2.coe.int/portfolio/inc.asp?L=F&M=$t/208-1-0-1/main_pages/..&L=F&M=$t/208-1-0-1/main_pages/levels.html)  
[http://culture2.coe.int/portfolio/inc.asp?L=E&M=\\$t/208-1-0-1/main\\_pages/..documents/assessment\\_grid\\_french.doc](http://culture2.coe.int/portfolio/inc.asp?L=E&M=$t/208-1-0-1/main_pages/..documents/assessment_grid_french.doc)

Toutes les contributions (conférences, posters et communications des associations, questions pour les ateliers) ont été rassemblées à l'avance. Les posters de la journée d'avril 2005 (Wageningen) décrivant le système éducatif dans les différents pays européens ont été joints pour mémoire. Ceci a conduit à la réalisation d'un document polycopié (68 pages) remis aux participants. Ce document, complété par quelques contributions qui n'avaient pas pu être intégrées à temps et par cet article, constitue un témoignage concret du travail effectué en commun par les associations de professeurs de sciences. Il pourrait constituer une bonne base pour définir éventuellement un projet européen plus officiel ou structuré. Tous ces documents sont disponibles en téléchargement (en anglais) sur le serveur de l'UdPPC<sup>(9)</sup>.

L'équipe organisatrice remercie tous les collègues qui ont témoigné de l'intérêt pour cette journée et y ont participé à des degrés divers et plus particulièrement Jacques VINCE qui a apporté son soutien en tant que rapporteur d'atelier. Les remerciements de l'UdPPC vont aussi à Loïc POUILLAIN et à la section académique de Rennes : ils ont accepté que la rencontre IMPRESSE vienne se greffer tardivement sur le programme des Journées nationales et ont fourni toute l'infrastructure qui en a permis le bon déroulement.



**Isabelle MULLER**  
Enseignante de chimie  
et de physique  
Univeristé Lille 1  
Lille (Nord)



**Vincent PARBELLE**  
Professeur  
Lycée Condorcet  
Lens (Pas-de-Calais)



**Madeleine SONNEVILLE**  
Professeur de physique et chimie  
Lycée Lakanal  
Sceaux (Hauts-de-Seine)




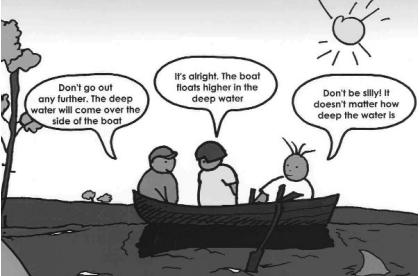

**Monique SCHWOB**  
Professeur, retraitée

(9) <http://www.udppc.asso.fr/>

## Annexe 1

### Quelques Concept cartoons

Les *concept cartoons* sont destinés à lancer la discussion entre les élèves. Ils mettent en scène des enfants. Le dialogue révèle qu'ils ont des idées différentes sur une question à laquelle une investigation devrait permettre d'apporter des éléments de réponse. On trouvera ci-dessous, trois exemples.

	<p><b>1 - Le bonhomme de neige</b> (voir l'original en couleur sur la couverture)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ne mettez pas le manteau au bonhomme de neige : cela va le faire fondre.</li> <li>- Je pense que cela va le maintenir froid et l'empêcher de fondre.</li> <li>- Je ne pense pas que le manteau y change quelque chose.</li> </ul>
<p><b>2 - Le bateau</b> (voir l'original en couleur dans le cahier publicitaire)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ne nous éloignons pas davantage de la rive : l'eau profonde va passer par-dessus le bord du bateau.</li> <li>- Mais non : c'est bon. Le bateau flotte plus haut en eau profonde.</li> <li>- Ne dites pas de bêtises. La profondeur de l'eau est sans importance.</li> </ul>	
	<p><b>3 - La limonade</b> (voir l'original en couleur dans le cahier publicitaire)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Est-ce que la limonade sera plus légère maintenant que vous avez enlevé le bouchon de la bouteille ?</li> <li>- Je pense qu'elle sera plus lourde.</li> <li>- Je pense que cela ne changera rien.</li> </ul>

Nous remercions vivement Brenda KEOGH et Stuart NAYLOR de nous avoir communiqué ces documents et de nous avoir autorisés à les reproduire.

## *Annexe 2*

### *Deux ouvrages en anglais*

---

*En marge de la journée IMPRESSE, nous proposons ci-dessous une analyse de deux ouvrages (en anglais) de Brenda KEOGH et Stuart NAYLOR. Leur originalité et leur intérêt tiennent au fait qu'il n'existe quasiment pas d'ouvrages équivalents en langue française.*

- ◆ **Concept cartoons in science education**, Stuart NAYLOR and Brenda KEOGH, Millgate House Publishing and Consultancy Ltd (2004 - 206 pages - ISBN 0 9527506 2 7)

L'ouvrage présente les *concept cartoons* dans leurs relations

- avec l'apprentissage : leur rôle dans les interactions entre les élèves et les débats qui en résultent, dans la mise en confiance des élèves, dans l'acquisition de compétences en matière d'énoncé d'hypothèses, de prédiction... ;
- avec l'enseignement : pourquoi et comment les utiliser, comment gérer la classe... ;
- avec l'évaluation ;
- avec quelques idées ou théories relatives à l'enseignement : approche constructiviste, science intégrée (integrated science).

Un grand nombre d'exemples sont ensuite proposés. Chacun d'entre eux, accompagné d'un commentaire de présentation, est fourni en format A4, donc aisément utilisable. Si le texte des dialogues qui figurent dans ces *cartoons* est en anglais, il peut facilement être traduit, en particulier avec l'appui du commentaire d'accompagnement qui en précise la portée.

Les *cartoons* sont classés selon les thématiques suivantes : les processus de la vie chez les animaux et les plantes, les êtres vivants et leur environnement, les matériaux, les changements d'état, l'électricité et le magnétisme, les forces et le mouvement, la lumière, le son, la Terre et l'Univers, les ressources énergétiques et les transferts d'énergie.

Cet ouvrage devrait intéresser tout particulièrement les collègues amenés à réfléchir sur la mise en situation des élèves, la motivation, les processus de construction des savoirs à l'œuvre dans les activités qu'on leur propose, les thèmes de convergence...

- ◆ **Active assessment, Thinking learning and assessment in science**, Stuart NAYLOR and Brenda KEOGH with Anne GOLDSWORTHY, Millgate House Publishers, David Fulton Publishers (2004<sup>(10)</sup> - 154 pages - ISBN 1-84312-145-X)

L'ouvrage est consacré à l'évaluation. Il développe une réflexion sur les stratégies d'évaluation en matière d'enseignement des sciences et propose de très nombreux exemples d'évaluations actives, le plus souvent sous forme illustrée et ludique. Ils sont organisés

---

(10) <http://www.fultonpublishers.co.uk>  
<http://www.millgatehouse.co.uk>

selon une typologie assez détaillée dans laquelle on trouve, en particulier :

- le tri d'informations diverses (à propos des plantes, de l'énergie...);
- la création de séquences de dessins pour illustrer l'évolution d'un phénomène ;
- le tri et regroupement d'échantillons selon leurs propriétés ;
- des commentaires et réflexions autour de cartes conceptuelles ou de phrases conceptuelles ;
- la lecture de tableaux de données numériques ;
- la mise en ordre d'informations ;
- l'utilisation, par le professeur, d'erreurs délibérées...

L'ouvrage est accompagné d'un cédérom qui contient tous les exemples et en permet l'impression directe ou la projection avec un vidéoprojecteur.

Par la diversité des formes d'évaluation proposées et des sujets abordés tant en sciences physiques (propriétés des matériaux, changements d'état, circuits électriques, lumière, flottabilité des matériaux...) qu'en sciences de la vie et de la Terre, cet ouvrage devrait rendre service aux équipes qui essaient de proposer un enseignement coordonné des sciences.

## *Annexe 3*

### *Activités expérimentales*

*Les questions proposées par les associations en vue des ateliers de discussion*

---

#### **1 - À propos des conditions matérielles**

- ◆ Comment améliorer les conditions dans lesquelles se déroulent les activités expérimentales dans les pays dont les administrations sont peu sensibilisées à cet aspect de l'enseignement des sciences ?
- ◆ Quelle est la bonne taille pour un groupe d'élèves qui pratique des activités expérimentales à l'école ?

#### **2 - À propos de la pédagogie**

- ◆ À quel âge commencer les activités expérimentales ?
- ◆ Le travail expérimental doit-il être isolé de l'enseignement des concepts ou y être intégré ?
- ◆ Comment contextualiser la pratique expérimentale, c'est-à-dire proposer des activités expérimentales en relation avec les applications de la science et de la technologie, plutôt que des travaux pratiques en relation avec des concepts ?
- ◆ Comment faire pour introduire une pratique expérimentale plus ouverte (investigation) et pour améliorer la formation des enseignants sur ce sujet ?

#### **3 - Sur les modes d'apprentissage de l'élève**

- ◆ Comment l'élève apprend-il et qu'apprend-il quand il expérimente ?
- ◆ Comment les activités expérimentales peuvent-elles aider les élèves à construire la connaissance plutôt qu'à simplement la recevoir ?
- ◆ Dans quelle mesure les élèves construisent-ils leur propre expérience ? Est-il préférable de leur donner des dispositifs prêts à l'emploi ?

#### **4 - Sur la formation des enseignants**

- ◆ Comment mieux former les professeurs à la conception et à l'encadrement des activités expérimentales ?
- ◆ Certains pays développent des directives d'enseignement visant à remplacer l'instruction par la construction des savoirs, l'enseignement par l'apprentissage, le corpus de connaissances à acquérir par la description des compétences acquises ? Quelle formation les enseignants reçoivent-ils pour faire face à la situation ?

#### **5 - Sur les objectifs des activités expérimentales**

- ◆ Les objectifs des activités expérimentales sont-ils spécifiques de ces activités ?

Pourrait-on les atteindre à travers d'autres activités (activités documentaires, de projet...)?

- ◆ Quels objectifs avons-nous en commun au sujet des activités expérimentales des élèves? S'agit-il de tester la théorie ou de la prolonger? De tester l'habileté des élèves?
- ◆ Les activités expérimentales à l'école peuvent-elles enseigner les gestes de base des techniques de laboratoire et la sécurité?

## **6 - Sur l'évaluation**










- ◆ Qu'est-ce qui peut être évalué dans les activités expérimentales et comment cela doit-il l'être?
- ◆ Quelle est la meilleure manière d'évaluer le travail expérimental et comment introduire cette évaluation dans nos examens internes et externes?

## **7 - Sur la coopération entre les associations européennes**

- ◆ Quels objectifs avons-nous en commun en tant que professeurs de sciences en Europe? Comment dresser un inventaire de nos points communs et de nos différences?
- ◆ Comment améliorer les échanges entre les professeurs et les associations des différents pays au sujet du travail expérimental?

## Annexe 4

### Les coordonnées des associations

Pays		Nom et adresse courriel des associations
	Belgique (francophone)	Association Belge de professeurs de physique et de chimie ABPPC <a href="http://w3.umh.ac.be/abppc/intro.htm">http://w3.umh.ac.be/abppc/intro.htm</a>
	Italie	Associazione per l'Insegnamento della Fisica AIF <a href="http://www.a-i-f.it/">http://www.a-i-f.it/</a>
	Royaume-Uni	The association for Science Education ASE <a href="http://www.ase.org.uk/">http://www.ase.org.uk/</a>
	Catalogne (Espagne)	Centre Didàctic de Ciències Experimentals Col·legi de Doctors Llicenciats de Catalunya <a href="http://www.cdldcat.es/">http://www.cdldcat.es/</a>
	Allemagne	Deutscher Verein zur Förderung des Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Unterrichts e.V. MNU <a href="http://www.mnu.de/">http://www.mnu.de/</a>
	Pays-Bas	The Dutch (N) Association (V) of Education (O) for Science (N) (biology, chemistry, physics and general science) NVON <a href="http://www.nvon.nl/">http://www.nvon.nl/</a>
	Suisse	Société des Professeurs de Sciences Naturelles SSPSN <a href="http://www.swisseduc.ch/chemie/vsn/index.html">http://www.swisseduc.ch/chemie/vsn/index.html</a>
	France	Union des professeurs de physique et de chimie UdPPC <a href="http://www.udppc.asso.fr/">http://www.udppc.asso.fr/</a>
	Belgique (Néerlandophone)	Vereniging van Leraars Wetenschappen VeLeWe <a href="http://www.velewe.be/">http://www.velewe.be/</a>