

---

---

PRATIQUES INNOVANTES - PRATIQUES INNOVANTES - PRATIQUES INN

---

---

*Atelier Technologique d'Enseignement*

## **Une nouvelle méthode pour l'enseignement expérimental**

par L. PACCOU, H. DUBOIS et J. ZEMMOURI  
UFR de Physique  
Université des Sciences et Technologies de Lille  
59655 Villeneuve d'Ascq Cedex

### **RÉSUMÉ**

*Une méthode pédagogique originale a été mise en place à l'UFR de Physique de l'Université de Lille pour l'enseignement de la physique expérimentale. Dans cette méthodologie l'accent est surtout mis sur la démarche scientifique, l'autonomie et l'originalité des expériences.*

### **1. INTRODUCTION**

Le développement technologique du matériel scientifique de cette fin de siècle a apporté des avancées spectaculaires dans le domaine de la recherche et de l'industrie. L'automatisation est entrée en force dans l'utilisation des appareils de mesures. Il devient parfois impossible de trouver dans le commerce des appareils démunis de systèmes d'assistance à la mesure. L'enseignement expérimental se trouve alors devant un dilemme. On peut mettre à la disposition des étudiants du vieux matériel non automatisé pour les obliger à réfléchir sur les mesures et leurs méthodologies. Dans ces conditions, les étudiants auront l'impression de faire de la science d'un autre temps, ce qui conduira inévitablement à leur désaffection pour les sciences expérimentales. Sur le même plan, ils seront démunis devant les outils modernes de la mesure dans leur vie professionnelle.

L'autre alternative sera donc de mettre à leur disposition du matériel moderne avec le risque que les étudiants puissent réussir la mesure sans maîtriser forcément l'expérimentation qu'ils sont en train de conduire. Cette deuxième solution est un moindre mal et on peut la rendre très efficace si on repense complètement l'enseignement expérimental pour lui donner sa vocation initiale : «donner à l'étudiant l'aptitude de réaliser et d'analyser certaines expériences».

---

---

**PRATIQUES INNOVANTES - PRATIQUES INNOVANTES - PRATIQUES INN**

---

---

Au cours des quatre dernières années une expérience originale a été menée dans le cadre de la rénovation de l'enseignement expérimental de la physique à l'Université des Sciences et Technologies de Lille. Cette nouvelle méthode a été appliquée à la Licence et la Maîtrise de Physique et à la deuxième année du DEUG science de la matière. Elle est en cours de mise en place en première année du DEUG sciences de la matière.

## **2. LA PÉDAGOGIE DES PROJETS**

Jusqu'en 1992, des travaux pratiques classiques ont été proposés aux étudiants pour compléter la formation de chaque module. Le travail pratique classique était constitué d'une fiche de TP avec le travail de préparation, une méthode pas à pas expliquant le phénomène à observer, le descriptif des mesures à effectuer, les calculs d'erreurs à estimer, etc.

Cette méthode présente bien sûr l'avantage de montrer aux étudiants plusieurs phénomènes physiques en relation directe avec les cours théoriques mais l'aspect dirigiste du travail et l'importance démesurée donnée aux résultats des mesures conduisent fatalement à l'effet inverse de l'objectif pédagogique initial. L'étudiant effectue les mesures sans comprendre forcément les phénomènes et les effets mis en jeu dans l'expérience. Au-delà de ce problème, l'étudiant croit qu'il a parfaitement maîtrisé l'expérience puisque ses mesures sont en parfait accord avec la théorie. L'enseignant risque de veiller scrupuleusement à ce que l'expérience ne puisse pas donner un autre résultat que celui prévu par la théorie. Cette réaction de l'enseignant est tout à fait louable puisqu'il veut montrer aux étudiants que les résultats et les hypothèses annoncés sont justes. Ne parlons pas du fait que les étudiants vont reprendre avant de faire l'expérience, les résultats théoriques et expérimentaux de leurs prédécesseurs.

La méthodologie de l'enseignement expérimental sous forme de projet s'inspire de la formation par la recherche qui contribue à l'acquisition de nouvelles compétences. Un sujet est confié aux étudiants ; ils doivent le résoudre en recherchant pour ce faire toutes les ressources qu'ils peuvent mobiliser.

La formation ne se limite plus à la seule acquisition de connaissances ou d'une culture pluridisciplinaire mais intègre l'acquisition de compétences «universelles», d'aptitudes sociales et professionnelles qui sont construites sur l'initiative, l'autonomie, la responsabilité, l'ouverture et la curiosité. Les qualités mises en jeu ne sont plus d'un intérêt scientifique uniquement mais donnent une dimension culturelle à la réalisation des projets. Le but pédagogique ne s'arrête plus à l'étude d'un phénomène particulier mais vise le développement

---

---

**PRATIQUES INNOVANTES - PRATIQUES INNOVANTES - PRATIQUES INN**

---

---

de la méthodologie chez l'étudiant. Ceci permettra à l'étudiant d'analyser seul les phénomènes qui l'entourent dans sa vie quotidienne. «On ne donne plus le poisson à l'étudiant mais on lui apprend à le pêcher». Le développement scientifique de cette fin de siècle est tel qu'on est incapable de donner un catalogue des phénomènes physiques connus ou ceux que les étudiants vont rencontrer dans leur vie professionnelle.

### **3. LES ATELIERS TECHNOLOGIQUES D'ENSEIGNEMENT (ATE)**

Un ATE est un espace spécialement équipé dans lequel les étudiants, placés sous la responsabilité d'enseignants, trouvent les ressources technologiques nécessaires à la réalisation de projets ; c'est un lieu privilégié d'utilisation des méthodologies de la recherche pour développer un esprit critique, créatif et innovant. Il est géographiquement situé au voisinage des laboratoires de recherche avec lesquels il se trouve en synergie pour mettre en pratique les idées énoncées précédemment.

La durée d'un projet est de huit semaines pendant lesquelles les étudiants ont accès à l'ATE deux demi-journées par semaine. Cette limitation est imposée délibérément pour ne pas détourner les étudiants des autres enseignements qui se déroulent parallèlement. Une autre raison pour laquelle la durée est limitée est que les ATE sont de gros consommateurs d'espace et de matériels. En effet un projet est installé pour une durée de huit semaines sans que le matériel ne puisse être déplacé. Les sujets changent radicalement d'une année sur l'autre et à ce jour aucun projet n'a été proposé plus d'une fois. Des sujets aussi variés que la photoélasticité, les instabilités de surface dans les milieux granulaires, le pendule de Foucault, la caléfaction ou encore la mesure de la vitesse de la lumière sont traités. Cette volonté de renouvellement entraîne également un parc de matériel important afin de répondre à cette diversité. Les étudiants travaillant par groupe de deux, choisissent un projet en fonction de leurs motivations à la suite d'une brève présentation de l'ensemble des sujets par l'équipe pédagogique qui encadre l'ATE. Les seules informations communiquées aux étudiants lors de cette présentation sont la description des phénomènes à étudier proprement dit et les sources bibliographiques. La faisabilité expérimentale et le choix des phénomènes à étudier sont assurés par l'équipe pédagogique. Notons que les étudiants sont fortement encouragés à proposer eux-mêmes le sujet de leur projet. Le travail demandé aux étudiants se décompose en trois phases :

- l'étude approfondie du phénomène physique,

---

---

PRATIQUES INNOVANTES - PRATIQUES INNOVANTES - PRATIQUES INN

---

---

- une proposition du dispositif expérimental et de la méthodologie pour la mise en évidence et l'étude du phénomène physique,

- la rédaction d'un mémoire, la présentation de posters et la soutenance orale du projet.

Dans la seconde phase le tuteur aide les étudiants, sans imposer sa propre vision. Le dispositif expérimental effectivement mis en place par les étudiants est le plus proche possible de leur proposition. Il dépend bien sûr des moyens et du matériel disponible dans l'ATE. Le point important n'étant plus les résultats de l'expérience, puisque chaque groupe aborde un sujet différent, mais la façon d'aborder et de traiter un problème ouvert. L'étudiant aura une «démarche scientifique naturelle» plus chronologique et plus inductive que déductive. Dans un premier temps on trouve l'expérience, l'illustration et ensuite le formalisme.

Archimède n'a-t-il pas observé un objet flottant avant de poser les bases de l'hydrodynamique ? La légende ne dit-elle pas que Isaac Newton a observé la chute d'une pomme avant de poser les bases de la mécanique newtonnienne ? Les exemples de ce type remplissent l'histoire des sciences.

Plus tard Claude Bernard s'est intéressé à la «démarche scientifique» et a mis en place le schéma OHERIC en définissant les grandes étapes du cheminement de la démarche scientifique.

### Observation et formulation du sujet

Cette première partie est très importante pour les étudiants, le sujet devient leur sujet, ils doivent en prendre possession pour cerner les parties de ce sujet qui leur sont inconnues.

### Émissions d'Hypothèses

A cette étape le rôle de l'équipe pédagogique est très important afin de faire énoncer les hypothèses en rapport avec les acquis du groupe et les expériences réalisables.

### Conception et réalisation d'Expériences

L'esprit créatif est éveillé afin de proposer un montage, choisir le matériel en fonction des objectifs et impératifs liés au coût, au délai...

---

---

PRATIQUES INNOVANTES - PRATIQUES INNOVANTES - PRATIQUES INN

---

Obtention des Résultats

Ce moment fort de la démarche permet de donner les premiers éléments de productions concrets, quantifiables.

Interprétation des mesures et des observations

Cette phase est sans doute la plus intéressante scientifiquement, puisqu'elle permet de valider les hypothèses émises, d'exploiter les mesures afin d'en obtenir les grandeurs souhaitées.

La Conclusion

Maintenant le parcours scientifique arrive à son aboutissement, il faut synthétiser les résultats afin d'en tirer une grandeur ou une loi, comparer avec la théorie afin de valider l'ensemble de la démarche.

La «démarche scientifique» ne trouve son accomplissement qu'au moment où les résultats sont confrontés à la réalité. Même si cela nécessite parfois de recommencer et d'aborder le sujet par une autre voie.

Le résultat s'efface devant la justesse de chaque étape du cheminement de pensée qui amène à une telle conclusion. On ne parle plus d'échecs mais de démonstrations expérimentales non significatives.

A la fin du projet, le binôme doit rendre compte de son travail de trois manières différentes. La première concerne la rédaction d'un mémoire d'une dizaine de pages. La seconde consiste, pour un binôme, à présenter l'expérience réalisée à l'ensemble du groupe. La troisième présentation est réalisée sous forme de soutenance orale de vingt minutes devant l'équipe pédagogique et les autres étudiants du groupe.

Ces différentes présentations ont plusieurs intérêts pédagogiques qui dépassent amplement celui de l'élargissement de la culture scientifique. On apprend à communiquer en public et à tenir un raisonnement cohérent. La rédaction du mémoire à quant à elle pour but d'initier les étudiants à la présentation de leur travail dans un document court et concis nécessitant ainsi une bonne rigueur scientifique. L'ensemble de cette approche aide efficacement les étudiants à aborder la vie professionnelle.

---

---

PRATIQUES INNOVANTES - PRATIQUES INNOVANTES - PRATIQUES INN

---

---

#### 4. RÉSULTATS DE LA MÉTHODE

Les quatre dernières années nous permettent de penser que la méthodologie Atelier Technologie d'Enseignement est bien adaptée à l'enseignement des sciences expérimentales en physique. Même si pour l'ensemble des trois niveaux (1<sup>er</sup>, 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> cycle) le degré d'implication est différent, les étudiants adoptent facilement cette méthode originale de travail.

De façon quasi systématique ils se prennent au jeu et ils s'impliquent considérablement dans leur projet. Un groupe possède un créneau de deux demi-journées par semaine pour son projet mais demande à s'intégrer dans les autres plages horaires pour avancer plus rapidement. Ceci montre le degré d'implication de l'étudiant dans son travail.

D'autre part le niveau scientifique d'une expérience est beaucoup plus élevé que celui obtenu avec des travaux pratiques classiques. Ce fait est dû à plusieurs facteurs, la durée des expériences (normalement dix fois plus qu'un TP classique), mais surtout grâce à l'encadrement. Un enseignant s'occupe en moyenne de quatre binômes par séance, cela fait une heure par binôme : les échanges se transforment en véritables discussions scientifiques.

L'ensemble des résultats a permis une généralisation de cette pédagogie de projets en ATE à d'autres disciplines (chimie, mécanique...)

#### REMERCIEMENTS

L'ensemble d'un projet pédagogique aussi vaste n'aurait pu réussir qu'avec la forte implication des diverses équipes pédagogiques. Celles-ci sont menées par Hervé BOLVIN pour les DEUG Sciences de la matière ; Robin BOCQUFT et Dominique DEROZIER pour la Licence de Physique -, Patrick CORDIER pour la Maîtrise de Physique -, Pascale BRIVOAL, Ludovic LAMOOT et Hervé QUEHEN pour le personnel technique.

#### BIBLIOGRAPHIE

- Georges CHARPAK : «*La main à la pâte*» - Édition Flammarion.

- Mémoire de Certificat d'Aptitude aux Fonctions d'instituteur Mocitre-Formateur «*Intégration des techniques et amélioration des compétences dans le domaine de la communication*» - Grêta Paccou - École primaire d'application Lamartine -

59820 GRAVELINES.