

# METTRE A DISPOSITION DES FORMATEURS DE MAÎTRES LES RESULTATS DE RECHERCHE EN DIDACTIQUE DE LA PHYSIQUE

Andrée Tiberghien, E. Leonard Jossem, Jorge Barojas-Weber  
Éditeurs principaux

## 1. Introduction

Ce livre a été entrepris sous la responsabilité de la Commission Internationale sur l'Enseignement de la Physique (ICPE) de l'Union Internationale de Physique Pure et Appliquée (IUPAP), avec le soutien de l'UNESCO. Il a pour but de mettre à la disposition des formateurs de maîtres en physique, en formation initiale ou continue, les résultats de la recherche en didactique de la physique au niveau international.

Pour l'essentiel, les collaborateurs de ce livre ont été choisis dans des pays où la recherche en didactique de la physique est la plus active, même si, bien entendu, des considérations sur la taille de cet ouvrage nous ont empêchées d'inclure plus d'un représentant par pays des chercheurs actifs dans ce domaine.

L'organisation de ce livre a été un défi pour plusieurs raisons. Lorsqu'un domaine de recherche est très récent, 40 ans environ dans le cas de la recherche en didactique de la physique, il peut s'avérer difficile de trouver des résultats qui soient immédiatement transférables à la pratique. La recherche en didactique émerge dans un processus de différenciation entre la recherche dans la discipline, l'enseignement de cette discipline, et la recherche sur l'enseignement et l'apprentissage de la discipline. Ce processus de différenciation a atteint des stades variés selon les pays. Dans tous les cas, les formateurs de maîtres jouent un rôle central dans la mesure où ils doivent utiliser des connaissances de chacun de ces trois domaines : recherche en physique, recherche en didactique de la physique et expérience pratique de l'enseignement de la physique. De plus, en raison de la relative nouveauté de la recherche en didactique de la physique, il n'existe pas de nos jours de réel consensus sur un large corpus de savoir.

Pour toutes ces raisons, notre intention est de présenter différentes approches de recherche de manière à ce que les formateurs de maîtres soient informés de la variété et de la richesse de ce domaine. Pour que ces différences soient plus explicites, nous avons estimé utile et intéressant, pour les parties fondées sur les travaux de recherche en didactique (parties C, D et E), de faire rédiger un commentaire sur chacun des chapitres par l'auteur d'un autre chapitre de la même partie. Nous espérons ainsi fournir une vue d'ensemble de l'état de la recherche actuelle.

Du fait de la jeunesse de la recherche en didactique de la physique, il n'est pas toujours possible que les résultats obtenus soient directement utilisables pour la formation des maîtres. Les auteurs se sont toutefois attachés à les rédiger pour les formateurs de maîtres. Il faut noter ici que ce domaine de recherche ne fait pas exception, le transfert des résultats vers les résultats de recherche dans n'importe quel autre domaine, la pratique n'est pas immédiate.

**Nous considérons ce livre comme le point de départ d'un effort coopératif international pour transférer les résultats de la recherche en didactique de la physique aux formateurs de maîtres et nous proposons de développer ce processus de transfert.**

## 2. Organisation du livre

En plus de cette introduction (partie A), ce livre est composé de quatre autres parties :

- B. Perspectives sur la physique
- C. Connaissances des élèves et apprentissage
- D. Attitudes et pratiques des enseignants

## E. Développement de programmes, évaluation et situations d'enseignement

Dans le triangle didactique bien connu, les trois sommets, savoir, élèves et enseignants, interagissent au sein de la structure du système éducatif (Figure 1).

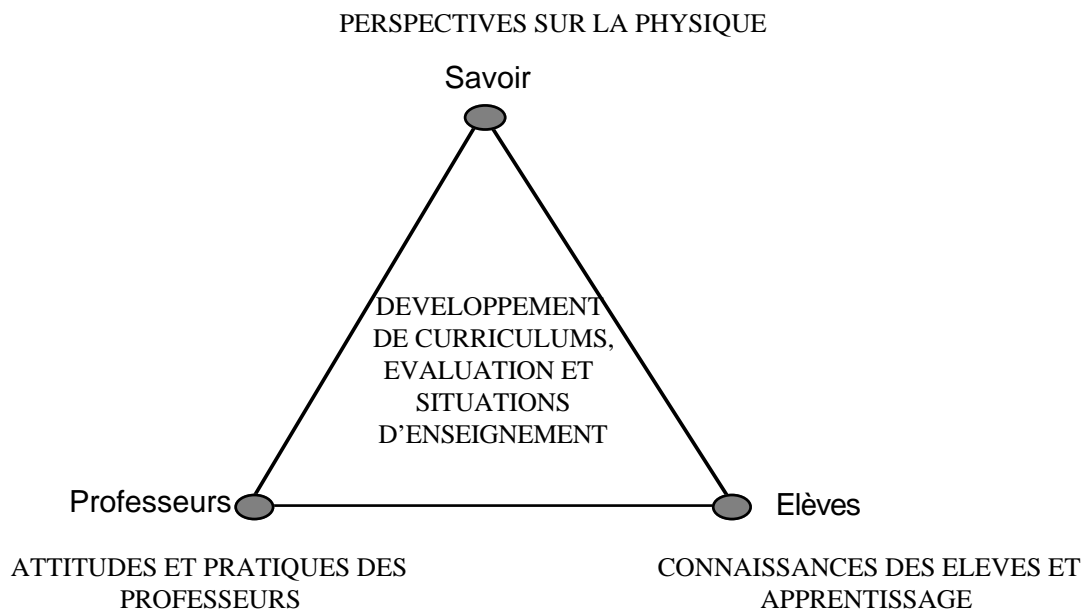


Figure 1 : Relations entre le triangle didactique et les différentes parties du livre

Ce triangle est une manière de structurer le champ de l'éducation quand on prend la perspective d'étudier l'enseignement et l'apprentissage d'une discipline spécifique, qui, dans notre cas, est la physique. Chacune des quatre parties de ce livre est directement relative à un sommet du triangle, même si les interactions avec les autres sommets sont prises en compte. Une partie : "développement de programmes, contrôles des connaissances et situations d'enseignement" traite simultanément des trois sommets. Les non-spécialistes de la recherche considèrent fréquemment ce thème comme étant central pour ce domaine de recherche ; c'est toutefois le thème qui semble le plus difficile à appréhender.

### 3. Les parties du livre et leurs liens

Nous considérons tout d'abord les parties du livre traitant de chacun des sommets du triangle (figure 1).

#### Perspectives sur la physique

L'enseignant de physique a un seul type de pratique de la physique ; il utilise un savoir déjà établi par d'autres. En tant qu'enseignant, il doit "manipuler" le savoir de manière à l'enseigner, afin de le rendre apprenable par ses élèves tout en respectant le programme officiel (s'il existe). Il n'utilise pas directement le savoir produit par les chercheurs, mais un savoir intermédiaire qui a déjà été reformulé. Ce savoir a été l'objet de transpositions faites sous des contraintes variées, comme les conditions d'enseignement (les objectifs de l'enseignement sont ceux qui sont établis par la société), et la nécessité de légitimation par la communauté de la physique. Dans ces transpositions, les manières de considérer le savoir de la physique peuvent être très différentes. Il nous semble utile pour les professeurs d'avoir une appréciation de cette variété de points de vue sur la physique. Les trois chapitres de la partie B présentent trois approches de la physique.

Le chapitre B1, rédigé par A.P. French, présente la physique comme un corps structuré de savoirs ou encore "comment l'objectif logique de la physique est de mettre en relation nos connaissances des phénomènes avec un nombre minimal de principes généraux".

Dans le chapitre B2, M.H. Krieger prend le point de vue d'un chercheur professionnel en physique, point de vue qui n'est généralement pas familier aux enseignants. Nous savons qu'il est difficile d'établir une communication entre des personnes de professions différentes - la communication entre la recherche universitaire et l'industrie est un exemple fréquemment mentionné - ; la communication entre les enseignants et les chercheurs ne fait pas exception, sauf lorsque que ces deux professions sont exercées par une même personne. C'est dans l'intérêt d'améliorer la compréhension mutuelle entre enseignement et recherche que ce deuxième chapitre a été introduit.

Le chapitre B3 de R.H. Stuewer est consacré aux relations entre l'histoire de la physique vue par les physiciens et vue par les historiens. Ces relations montrent la différence entre la présentation d'un corps de savoir comme cela est fait habituellement dans un processus d'enseignement et le processus par lequel ce savoir a été créé. Le savoir historique vu par les physiciens est organisé logiquement, alors que "le progrès de la science est souvent illogique" du fait de la complexité de la nature humaine et des sociétés humaines. Nous espérons que les formateurs des maîtres et les enseignants eux-mêmes seront ainsi informés de ces différences d'approche de la physique et mettront en question un lien souvent établi entre la présentation logique de la physique et l'efficacité de cette présentation pour l'apprentissage. Ce lien n'est pourtant pas évident, les processus d'apprentissage impliquant la complexité humaine ; dans le triangle didactique, le sommet "savoir" ne réfère pas nécessairement à un corpus logique de savoir physique, mais bien plus à une diversité des savoirs qui jouent des rôles variés dans les processus d'enseignement et d'apprentissage.

### **Connaissances des élèves et apprentissage**

La partie C est spécialement consacrée aux travaux sur les connaissances des élèves et sur l'apprentissage. Ce domaine est le plus ancien en didactique de la physique. Dans plusieurs pays, son démarrage a été le produit secondaire du développement important de projets ; ces recherches visaient à mieux comprendre les difficultés des élèves dans l'apprentissage des aspects conceptuels de la physique ; il s'agit des travaux sur les conceptions des élèves appelées aussi conceptions alternatives ou misconceptions suivant les auteurs. Les résultats de ces recherches constituent un corps important de savoir qui peut être utilisé. Les chapitres de cette partie traitent des conceptions en mécanique (chapitre C1 par L. McDermott), en électricité (chapitre C2 par R. Duit et C. von Rhöneck), et en thermodynamique (chapitre C3 par L. Viennot), domaines qui sont bien développés et qui sont présentés avec un point de vue récent. Un autre chapitre (C4 par R. Millar) aborde les aspects de compréhension des procédures expérimentales, c'est-à-dire les méthodes d'investigation scientifique qui sont d'une importance cruciale en physique. Ce chapitre a été rédigé par R. Millar, qui est un spécialiste dans ce domaine.

Les résultats de ces études peuvent être utilisés directement pour la formation des maîtres, comme le montre le chapitre C5 de Scott, P., Asoko, H.M., & Driver, R. repris de l'article "Towards learning process studies: A review of the workshop on research in physics learning" originellement publié à Kiel par l'IPN. en 1992 dans un livre intitulé "*Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies. Proceedings of an International Workshop*" avec pour coordonnateurs R. Duit, F. Goldberg, & H. Niedderer (pp. 10-28).

C'est pourquoi cet article a été intégré à cette partie. Une connaissance des conceptions des élèves joue aussi un rôle important pour les recherches sur les curriculums, l'évaluation et les situations d'enseignement.

### **Attitudes et pratiques des enseignants**

Les enseignants, et plus généralement les activités d'enseignement sont des sujets de recherche plutôt récents en didactique de la physique. Des résultats récents de recherche abordent les

relations entre les croyances des enseignants et leurs activités d'enseignement, ce qui est un domaine de recherche d'un grand intérêt pour les formateurs de maîtres.

Dans cette partie D, le chapitre D1 traite "de la position épistémologique des enseignants de science" par J. Desautels et M. Larochelle, est principalement centré sur la relation de l'enseignant à la science qu'il a à enseigner. Le chapitre D2, par S. de Sousa Barros et M.F. Elia traite de la manière dont l'attitude de l'enseignant affecte la réalité de la classe. Le chapitre D3, de R. Gunstone et R. White, est consacré aux interactions entre l'attitude des enseignants, la pratique de classe et les attitudes des élèves. Ces auteurs montrent qu'il ne suffit pas que les enseignants sachent ce qui est considéré comme des attitudes pertinentes de l'enseignant pour être efficaces. Il faut aussi que ces attitudes soient compatibles avec les objectifs de l'enseignement, les types d'évaluation et les attitudes des élèves. Cette recherche met l'accent sur la complexité des relations entre les attitudes des enseignants et l'efficacité de l'apprentissage. Dans le chapitre D4, D. Gil Perez et A.M. Pessoa de Carvahlo traitent directement de la formation des maîtres, activité de la majorité des lecteurs de ce livre.

### **Développement de programmes, contrôles des connaissances et situations d'enseignement**

Cette partie E traitant simultanément des trois sommets du triangle illustre la complexité de ces objets d'étude. Peut-être est-ce pour cette raison que le développement de curriculums a fait l'objet de nombreux projets d'innovations. Les innovations ont pour objectif d'améliorer l'enseignement sans faire un détour par la recherche ; elles sont considérées comme étant des réponses directes aux difficultés de l'enseignement de la physique.

Comme cela est discuté dans le chapitre E1 de P. Lijnse, les innovations des années 60 et 70 aux États-Unis et dans différents pays européens sont actuellement remises en question ; trente années après, l'effet de ces innovations semble assez faible. De nos jours, une variété de programmes de recherche prenant en compte la complexité de ces sujets voit le jour, ceci est de bon augure pour l'avenir. Toutefois, il peut paraître surprenant que ce domaine de recherche ne soit pas habituellement intégré en tant que tel dans les programmes de formation des maîtres. Nous ne différencions pas encore clairement l'activité professionnelle d'enseigner, et celle de faire des recherches sur les phénomènes d'enseignement et d'apprentissage. Ce manque de différenciation est rendu plus difficile par le fait que les enseignants sont les acteurs principaux du processus de modification des situations d'enseignement. L'activité d'enseignement, incluant la conception du savoir à enseigner, commence tout juste à être l'objet d'un savoir explicite, et, dans l'état actuel, elle peut donc difficilement donner lieu à un contenu d'enseignement pour la formation des maîtres. Nous sommes au tout début d'un processus d'élaboration d'un tel savoir. Le chapitre de P. Lijnse (E1), et celui de Scott, P. Asoko, H.M., & Driver, R de la partie C (C5) donnent quelques éléments dans cette direction, en rendant explicite le rôle de l'enseignant. M. Méheut dans le chapitre E3 et D. Psillos dans le chapitre E4 présentent des exemples de recherche traitant simultanément des trois sommets du triangle (figure 1).

Dans cette partie, l'aspect de l'évaluation et du contrôle des connaissances a également été inclus, puisqu'il s'agit d'un "régulateur" crucial de toute activité d'enseignement. Ce domaine a, depuis longtemps; fait l'objet de recherche, et le chapitre de P. Black présente les aspects importants de l'évaluation dans le fonctionnement des systèmes éducatifs de nos sociétés. Cela montre également la variété des rôles de l'évaluation et l'importance que les enseignants en soient informés et qu'ils reconnaissent le besoin d'élargir leur panoplie des méthodes d'évaluation qu'ils utilisent. Ce dernier aspect est crucial si les systèmes éducatifs veulent évoluer au même rythme que notre société.

### **Liens entre les parties**

Un des trois sommets du triangle relatif au savoir physique, est impliqué dans toutes les présentations, alors que les autres sommets ne sont pas systématiquement considérés explicitement, même si des liens forts existent entre eux.

Toutefois, le savoir est présent sous des formes très variées. Dans la partie B, comme nous l'avons déjà dit, la diversité des savoirs physiques est abordée. Dans la partie C, l'analyse des conceptions des élèves nous amène à considérer le savoir physique afin de comprendre quels sont les aspects spécifiques qui sont non seulement difficiles mais cruciaux pour la construction du sens physique par les élèves. La partie D traite des opinions des enseignants sur le savoir physique et sur leurs relations avec les pratiques d'enseignement. Une situation d'enseignement est un lieu d'interaction entre les enseignants et les élèves où le savoir physique et sa compréhension sont en jeu. Les études sur l'enseignement et l'apprentissage montrent qu'il est important d'étudier ces interactions pour comprendre ces situations. Dans la partie E, le savoir physique est de nouveau pris en compte dans le développement de curriculums, l'évaluation et les situations d'enseignement, c'est-à-dire dans un contexte social. Dans la perspective d'évaluation, l'accent porte sur le fait que "les examens publics ont un pouvoir particulier sur l'avenir de la physique". Ces chapitres montrent la diversité des manières de prendre en compte la physique dans une perspective d'enseignement. Lors des innovations dans les années 60, l'accent portait sur la vue de la physique par le physicien (cf. R.H. Steuwer, Chapitre B3). Dans les recherches sur les séquences d'enseignement, cette structure logique de la physique n'est pas considérée comme allant de soi. Le savoir à enseigner doit à la fois être adapté aux capacités d'apprentissage des élèves et respecter le savoir physique, il est donc le résultat de compromis qui nécessitent de choix quelquefois difficiles.

Le savoir physique est l'un des liens principaux entre les parties, pas en tant que tel, mais comme faisant partie du processus d'interaction, soit entre personnes - c'est-à-dire entre élèves ou entre enseignants et élèves - ou entre institutions - communauté de la physique, système éducatif, société civile. Ces processus d'interaction contraignent les formes prises par le savoir. Ainsi, l'enseignement de la physique est, dans son essence même, un processus d'interaction qui implique des objets d'étude et des pratiques professionnelles complexes ; nous sommes alors entraînés dans un terrain difficile mais fascinant.

## **4. Perspectives**

De nos jours, l'évolution de nos sociétés va probablement conduire à une augmentation considérable de la variété des situations d'enseignement, résultant en particulier des nouvelles technologies de communication. Cela peut entraîner un conflit entre l'échelle de temps pour parvenir à des résultats de recherche qui est d'une longue durée, et l'évolution rapide des situations d'enseignement-apprentissage. Est-ce que ces résultats de recherche restent pertinents quand la société évolue ? Oui, si les orientations de recherche prennent en compte d'une part les aspects pertinents du comportement humain, et si d'autre part les situations d'enseignement sont analysées en identifiant des variables pouvant influencer les activités des élèves. En d'autres mots, l'objectif est, à partir d'une telle analyse, d'établir les éventuels composants pertinents des situations d'enseignement. Dans ce cas, les résultats peuvent être transposables à d'autres situations, ou peuvent fournir une bonne hypothèse pour de nouvelles recherches. Nous croyons que des recherches pertinentes dans un tel contexte social exigent le développement de relations entre recherche et pratique, relations qui seront d'autant plus productives que ces deux activités seront distinguées. C'est pourquoi nous considérons cet ouvrage comme un point de départ pour une discussion continue entre formateurs des maîtres et chercheurs. Les liens entre recherche en didactique de la physique et formation des maîtres sont cruciaux aussi bien pour la pertinence de la recherche que pour l'efficacité de l'enseignement.

C'est également pour ces raisons que nous mettons en place un site Internet de groupe de discussion en trois langues : anglais, espagnol et français. L'objectif principal de ce groupe de discussion est d'échanger des idées, des résultats de recherche, et des pratiques d'enseignement de la physique.

Enfin, les éditeurs veulent tout particulièrement remercier les auteurs des chapitres contribuant à ce livre et tous ceux dont l'aide et l'encouragement ont été précieux pour sa réalisation.