



HAL
open science

Expérimentation de séquences d'enseignement-apprentissage en sciences physiques

Martine Méheut

► **To cite this version:**

Martine Méheut. Expérimentation de séquences d'enseignement-apprentissage en sciences physiques : Résultats et perspectives. Les Après-midi de LAIRDIL, 2010, Didactique des langues, didactique des sciences, 17, pp.67-74. hal-04051586

HAL Id: hal-04051586

<https://ut3-toulouseinp.hal.science/hal-04051586>

Submitted on 30 Mar 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Expérimentation de séquences d'enseignement-apprentissage en sciences physiques

Résultats et perspectives

Martine Méheut

IUFM de Créteil, Université Paris X
Laboratoire de Didactique André Revuz, Université Paris VII
martine.meheut@univ-paris-diderot.fr



Il s'agit ici de discuter quelques aspects théoriques et méthodologiques des recherches mettant en jeu la conception et la validation des situations d'enseignement-apprentissage en didactique des sciences.

Ce type de recherches s'est développé dès les débuts de la didactique des sciences, dans le cadre d'une remise en cause des pédagogies traditionnelles jugées trop comportementalistes et transmissives et d'une critique des savoirs scolaires jugés peu fonctionnels.

1. Des courants parallèles

Se sont développés ainsi de manière parallèle deux courants, l'un à dominante psycho-pédagogique, de type constructiviste, qui focalise l'attention sur l'élève, le développement de ses capacités cognitives, l'autre à caractère plutôt épistémologique, visant à restaurer la signification des savoirs scientifiques comme outils de résolution de problèmes scientifiques, techniques, voire socio-économiques.

Un courant à dominante psycho-pédagogique

Ce courant, qui s'est largement développé aux États-Unis, en Grande-Bretagne, mais également en France, accorde une grande importance aux "connaissances naïves", raisonnements, représentations, (mis)conceptions des élèves. Suite à la prise de conscience de la résistance de ces conceptions et raisonnements préscolaires, de nombreuses propositions de situations et séquences d'enseignement visant à faire émerger les conceptions, les faire évoluer en suscitant des conflits cognitifs ou socio-cognitifs, ont été élaborées (Dewey & Dykstra, 1992; Scott *et al.*, 1992; Stavy & Berkovitz, 1980).

On peut en trouver des exemples à propos de l'enseignement de premières notions en optique géométrique (Kaminski, 1991; Ravanis & Papamichaël, 1995), mais aussi à propos de structure de la matière (Nussbaum & Novick, 1982).

Notons que ce courant a connu un fort développement aux États-Unis et en Grande-Bretagne et a conduit à des modèles de conception de situations d'enseignement-apprentissage d'ambition très générale, indépendamment des domaines et des concepts abordés. (Nussbaum & Novick 1982 ; Rowell & Dawson 1985 ; Nussbaum 1989). Ce modèle comportait une phase d'expression des idées des élèves (*exposing event*), puis une situation visant à susciter la déstabilisation de ces conceptions (*discrepant event*), qui devait favoriser une modification des conceptions initiales.

Un courant à dominante épistémologique

Ce courant s'est développé plutôt en Europe continentale, et latine (Allemagne, Espagne, France, Grèce). Il s'agissait de s'inspirer de démarches pratiquées par les scientifiques pour élaborer des scénarii d'enseignement-apprentissage. Ce courant donne une grande importance à l'histoire des concepts scientifiques, aux problèmes et démarches qui ont permis leur émergence. Notons l'accent particulier mis sur certains types de démarches scientifiques, à savoir l'analogie, l'induction et la modélisation.

Ainsi, de nombreuses propositions d'enseignement de l'électrocinétique s'appuyant sur l'utilisation d'analogies ont été développées dans les années 80 et 90: hydraulique (Schwedes & Dudeck, 1996), thermique (Dupin & Johsua, 1994), "petit train" (Dupin & Johsua, 1989), chaîne de vélo (Closset, 1983), etc. Cette approche semble aujourd'hui moins présente. Y-a-t-il eu une prise de conscience du coût cognitif de telles démarches et des conditions nécessaires à leur succès (Sander 2000)?

Les approches inductives ont été d'abord très critiquées, car elles ont servi longtemps de référence unique pour la mise en œuvre de démarches expérimentales dans l'enseignement des sciences (Johsua, 1985) et apparaissent encore trop souvent dans les pratiques d'enseignement sous une forme très appauvrie (réalisation très guidée d'une manipulation, observations, conclusion très générale). Peu de chercheurs en didactique ont osé prôner une démarche

inductive, qui parte de l'observation de situations variées et conduise à la construction de nouveaux concepts par généralisation. On peut néanmoins trouver un exemple, argumenté en référence à l'histoire de ce concept, à propos de l'enseignement du concept de quantité de mouvement (Weil-Barais & Lemeignan, 1990), qui constitue une illustration intéressante de démarche inductive.

La référence à l'activité scientifique comme élaboration et utilisation de modèles s'est développée particulièrement en France (Robardet, 1995), en réaction à l'inductivisme dominant dans l'enseignement et aux approches centrées sur les conflits cognitifs. L'accent a été mis sur la diversité des problèmes scientifiques (recherche de régularité des phénomènes, d'invariants, de lois mathématiques, mais aussi interprétation d'un phénomène, production de faits, etc.) et sur les aspects de validité des savoirs scientifiques comme instruments d'explication et de prévision mais aussi d'action.

2. Des approches croisées

On peut trouver dans des recherches plus récentes un croisement de ces différents points de vue, la conception de séquences s'appuyant d'une part sur une analyse des savoirs visés, de leur développement historique, des problèmes auxquels ils permettent de répondre et prenant en compte, d'autre part, les conceptions et difficultés d'apprentissage des élèves. C'est le cas, par exemple, de séquences concernant l'enseignement de l'électrocinétique (Psillos *et al.*, 1988), de la couleur (Chauvet, 1996), de l'énergie (Lemeignan & Weil-Barais, 1994) de premières notions de structure de la matière (Méheut & Chomat, 1990; Méheut, 1996).

3. L'émergence de “frameworks” généraux

Depuis la fin des années 80, et plus particulièrement les années 1990 en didactique des sciences physiques, on a vu émerger des schémas plus généraux pour la conception de séquences d'enseignement-apprentissage. Certains peuvent apparaître comme très limitatifs, comme les schémas développés par les partisans du conflit cognitif. D'autres apparaissent plus ouverts; c'est le cas en particulier de l'*Ingénierie Didactique* (Artigue, 1988), de la *Recherche-développement* (Lijnse, 1994) ou de la *Reconstruction Didactique* (Komorek *et al.*, 2001).

Ingénierie didactique

Dans la perspective d'ingénierie didactique développée par Michèle Artigue (1988), la conception d'un scénario d'apprentissage s'appuie sur différentes analyses préalables:

- analyse “épistémologique” des savoirs visés, de leur genèse historique, des problèmes auxquels ils peuvent répondre,

- analyse “psycho-cognitive” des conceptions et difficultés d’apprentissage des élèves dans ce domaine,
- analyse “didactique” de la place de ces savoirs dans les programmes, des contraintes didactiques.

C’est en croisant les résultats de ces différentes analyses que le scénario est élaboré. On trouve également dans ce “*framework*” une approche originale de la validation des séquences ainsi conçues, dans une démarche de confrontation des cheminements réels des élèves aux cheminements prévus.

Recherche-développement

Ce “paradigme” est apparu sous le terme de “*developmental research*” (Lijnse 1994), se présentant donc sous un angle méthodologique, mettant l’accent sur un processus de mise au point progressive de modules d’enseignement. Se mêlaient en réalité de forts a priori théoriques à ces considérations méthodologiques; considérations théoriques qui ont ensuite été isolées sous le terme de “*problem posing approach*” (Kortland, 2001). Il s’agit d’une approche qui se réclame du constructivisme radical (Von Glaserfeld, 1992) et donne une grande responsabilité aux élèves dans la formulation et la résolution des problèmes. Les difficultés conceptuelles ne sont guère évoquées, l’accent est mis sur la référence à des problèmes de la vie quotidienne et l’autonomie des élèves.

Reconstruction didactique

Plus récemment est apparu, en Allemagne, un nouveau schéma, qui reprend et explicite certains aspects méthodologiques préconisés par le schéma précédent, reconnaissant en particulier la valeur de “*teaching experiments*”, c’est-à-dire d’expérimentations de séquences avec de petits groupes d’élèves, hors du contexte de la classe. Sur le plan de la conception des séquences, différentes dimensions sont proposées, l’une d’analyse préalable des savoirs à enseigner, en termes d’élémentarisation, l’autre concernant les élèves, leurs conceptions et difficultés d’apprentissage d’une part, la signification sociale des savoirs visés d’autre part, ces deux directions d’analyse n’étant pas considérées comme totalement indépendantes. Cette approche prend donc en compte différentes dimensions, relatives aux savoirs à enseigner d’une part, aux possibilités cognitives et à la motivation des élèves d’autre part.

4. Perspectives

On peut être étonné du caractère encore très personnel et syncrétique de ces “*frameworks*”, qui semblent se juxtaposer en s’ignorant, et se présentent comme des complexes théorico-méthodologiques, mêlant choix théoriques sur l’apprentissage et choix méthodologiques pour la conception et la validation de séquences.

Complémentarités théoriques

Si l'on s'intéresse aux choix théoriques sur l'apprentissage, on peut noter certaines similarités et complémentarités.

- Analyses préalables des savoirs enjeux de l'apprentissage, en relation avec ce que l'on connaît des conceptions et difficultés d'apprentissage des élèves. On trouve de telles considérations dans l'Ingénierie Didactique sous les termes d'analyses épistémologique et psycho-cognitive. On les trouve plus fortement intriquées sous le terme d'élémentarisation des savoirs dans la présentation de la démarche de reconstruction didactique.
- Prise en considération de la signification sociale des savoirs, "recontextualisation" des apprentissages en référence à des problèmes socio-économiques ou professionnels. Cette dimension est particulièrement mise en exergue par les tenants du *problem posing approach*; elle intervient également dans la démarche de Reconstruction Didactique.

On voit donc en particulier comment la démarche d'Ingénierie Didactique pourrait s'enrichir en intégrant une réflexion sur la signification sociale des savoirs et comment des analyses plus explicites en termes de savoirs et de difficultés d'apprentissage pourraient venir préciser la conception de démarches de type *problem posing approach*.

Clarifications méthodologiques

La validation des scénarii ainsi conçus est souvent réalisée par un dispositif de type pré-test / post-test, en comparant les progrès réalisés par un groupe expérimental à ceux d'un groupe témoin (Chang & Barufaldi, 1999; Kariotoglou *et al.*, 1995; Minstrell, 1992; Nikolopoulou, 1993; Ravanis & Papamichael, 1995). Une telle approche suppose que les élèves des deux groupes soient considérés comme équivalents par rapport aux situations d'apprentissage, mais aussi les enseignants! Elle se situe dans une perspective de développement de "bonnes pratiques" transférables et donc d'une certaine standardisation des pratiques d'enseignement.

Une approche différente a été développée dans le cadre de l'ingénierie didactique en termes d'analyse *a priori* / analyse *a posteriori*. Il s'agit, à partir des analyses préalables, d'anticiper le cheminement cognitif des élèves au cours de la résolution des tâches qui leur sont proposées, cette anticipation des cheminements possibles des élèves constituant l'analyse *a priori*. Reste alors à observer dans les classes les cheminements réels des élèves (analyse *a posteriori*). Cette confrontation peut permettre de valider certains choix, ou conduire à en remettre en cause. Nous avons, pour notre part, utilisé une telle approche en étudiant le cheminement de binômes d'élèves interagissant avec un interviewer (entretiens d'apprentissage). Les données ainsi recueillies ont révélé que certaines étapes étaient franchies sans aucune difficulté par une bonne part des élèves interviewés, alors que d'autres n'étaient accessibles qu'à un petit

nombre d'entre eux. De telles données permettent donc d'ajuster un scénario à une population donnée; elles permettent également aux enseignants de se familiariser avec des démarches d'enseignement qui laissent une plus grande responsabilité aux élèves, d'anticiper la gestion de telles situations.

Pour poursuivre

En intégrant les apports de différents courants, nous disposons aujourd'hui d'un cadre d'élaboration de situations d'enseignement-apprentissage qui croise différentes dimensions susceptibles de produire des situations d'enseignement-apprentissage cohérentes et fructueuses. Des méthodologies variées, de type pré-test / post-test, mais également des études de parcours cognitifs d'élèves, en situation de classe ou d'entretiens, permettent d'apporter aux enseignants des informations sur les effets de tels scénarii et leur permettent d'anticiper leur rôle dans la mise en œuvre de tels scénarii. Il ne s'agit pas d'imposer de "bonnes pratiques" généralisables, mais bien plutôt de proposer aux enseignants des situations argumentées sur différents registres, cohérentes, et illustrées par des données recueillies dans des situations variées.

Références bibliographiques

- ARTIGUE, M. 1988. Ingénierie didactique. *Recherches en didactique des mathématiques* 9, 281-308.
- CHANG, C.-Y. & J.-P. BARUFALDI. 1999. The use of a problem-solving-based instructional model in initiating change in students' achievement and alternative frameworks. *International Journal of Science Education* 21, 373-388.
- CHAUVET, F. 1996. Teaching colour: design and evaluation of a sequence. *European Journal of Teacher Education* 19, 119-134.
- CLOSSET, J.-L. 1983. *Le raisonnement séquentiel en électrocinétique*. Thèse de doctorat, université Paris VII.
- DEWEY, I. & D. DYKSTRA. 1992. Studying conceptual change: constructing new understandings. R. Duit, F. Goldberg & H. Niedderer (eds.). *Research in physics learning: theoretical issues and empirical studies*. Kiel: IPN, 40-58.
- DUPIN, J.-J. & S. JOHSUA. 1989. Analogies and "modeling analogies" in teaching. Some examples in basic electricity. *Science Education* 73, 207-224.
- DUPIN, J.-J. & S. JOHSUA. 1994. Analogies et enseignement des sciences: une analogie thermique pour l'électricité. *Didaskalia* 3, 9-26.
- JOHSUA, S. 1985. *Contribution à la délimitation du contraint et du possible dans l'enseignement de la physique*. Thèse de doctorat, Université Aix-Marseille II.

- KAMINSKI, W. 1991. *Optique élémentaire en classe de quatrième: raisons et impact sur les maîtres d'une maquette d'enseignement*. Thèse de doctorat, Université Paris VII.
- KARIOTOGLOU, P., P. KOUMARAS & D. PSILLOS. 1995. Différenciation conceptuelle: un enseignement d'hydrostatique fondé sur le développement et la contradiction des conceptions des élèves. *Didaskalia* 7, 63-90.
- KOMOREK, M., D. STAVROU & R. DUIT. 2001. Nonlinear Physics in Upper Physics Classes: Educational Reconstruction as a Frame for Development and Research in a Study of Teaching and Learning Basic Ideas of Nonlinearity. D. Psillos *et al.* (eds.). *Proceedings of the Third International Conference on Science Education Research in a Knowledge Based Society*. Thessaloniki: Art of Text publications, 483-485.
- KORTLAND, J. 2001. *A Problem Posing Approach to Teaching Decision Making about the Waste Issue*. Utrecht: CD β Press
- LEMEIGNAN, G. & A. WEIL-BARAIS. 1994. Developmental approach to cognitive change in mechanics. *International Journal of Science Education* 16, 99-120
- LIJNSE, P.-L. 1994. La recherche-développement: une voie vers une "structure didactique" de la physique empiriquement fondée. *Didaskalia* 3, 93-108.
- MEHEUT, M. 1996. Enseignement d'un modèle particulière cinétique de gaz au collège. Questionnement et simulation. *Didaskalia* 8, 7-32.
- MEHEUT, M. & A. CHOMAT. 1990. Les limites de l'atomisme enfantin; expérimentation d'une démarche d'élaboration d'un modèle particulière par des élèves de collège. *European Journal of Psychology of Education* 5, 417-437.
- MINSTRELL, J. 1992. Facets of students' knowledge and relevant instruction. R. Duit, F. Goldberg & H. Niedderer (eds.). *Research in physics learning: theoretical issues and empirical studies*. Kiel: IPN, 110-128.
- NIKOLOPOULOU, K. 1993. An investigation into the effect of IT on pupils' understanding of some science concepts and processes. P.-L. Lijnse (ed.). *European Research in Science Education: Proceedings of the first PhD Summerschool*, Utrecht: CD β Press, 206-214.
- NUSSBAUM, J. 1989. Classroom conceptual change: philosophical perspectives. *International Journal of Science Education* 11, 530-540.
- NUSSBAUM, J. & S. NOVICK. 1982. Alternative frameworks, conceptual conflict and accommodation: toward a principled teaching strategy. *Instructional Science* 11, 183-200.
- PSILLOS, D., P. KOUMARAS & A. TIBERGHIEEN. 1988. Voltage presented as a primary concept in an introductory teaching on D.C. circuits. *International Journal of Science Education* 10, 29-43.

- RAVANIS, K. & Y. PAPAMICHAEL. 1995. Procédures didactiques de déstabilisation du système de représentations spontanées des élèves pour la propagation de la lumière. *Didaskalia* 7, 43-61.
- ROBARDET, G. 1995. Situations problèmes et modélisation; enseignement en lycée d'un modèle newtonien de mécanique. *Didaskalia* 7, 131-143.
- ROWELL, J.A & C.J. DAWSON. 1985. Equilibration, conflict and instruction: a new class oriented perspective. *European Journal of Science Education* 4, 331-344.
- SANDER, E. 2000. *L'analogie, du naïf au créatif; analogie et catégorisation*. Paris: L'Harmattan.
- SCHWEDES, H. & W.-G. DUDECK. 1996. Teaching electricity by help of a water analogy. G. Welford, J. Osborne & P. Scott (eds.). *Research in Science Education in Europe: Current Issues and Themes*. London: The Falmer Press, 50-63.
- SCOTT, P.H., H.M. ASOKO & R.H. DRIVER. 1992. Teaching for conceptual change: a review of strategies. R. Duit, F. Goldberg & H. Niedderer (eds.). *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies*. Kiel: IPN, 310-329.
- STAVY, R. & B. BERKOVITZ. 1980. Cognitive conflict as a basis for teaching quantitative aspects of the concept of temperature. *Science Education* 64, 679-692.
- VON GLASERFELD, E. 1992. A constructivist view of learning and teaching. In R. Duit, F. Goldberg & H. Niedderer (eds.). *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies*. Kiel: IPN, 29-39.
- WEIL-BARAIS, A. & G. LEMEIGNAN. 1990. Apprentissages de concepts et modélisation. *European Journal of Psychology of Education* 5, 391-415