

Enseignement

Plaidoyer pour une recherche sur l'enseignement des sciences physiques

par G. Delacôte

(Professeur de physique, Université de Paris VII, Membre de la Commission enseignement de l'I.U.P.A.P., Responsable du « Laboratoire de recherche sur l'enseignement des sciences physiques et de la technologie »)

Depuis 1971 une Commission installée par le Ministre de l'Éducation (à l'époque, nationale) travaille à concevoir et à expérimenter un nouvel enseignement de sciences physiques dans les écoles secondaires françaises (lycées et collèges).

Le Groupe de travail permanent de cette Commission s'est consacré essentiellement au 1^{er} cycle. Ce groupe est formé actuellement de collègues de l'enseignement supérieur (13) et du C.N.R.S. (2) (environ une dizaine de physiciens et pour les chimistes Mlle Caretto, M. Viovy, M. Sousan), de collègues de l'enseignement secondaire général et technique (une quinzaine au total) et de quelques psychologues. Il a établi une liaison avec 17 villes universitaires où des coordinateurs universitaires assurent le fonctionnement de l'expérimentation au plan local en animant de petites équipes de professeurs volontaires qui pratiquent ce nouvel enseignement dans des situations normales de classe. Un sommaire des activités de recherche de ce groupe est donné dans le tableau suivant :

Calendrier des actions

On y distingue deux secteurs d'activité : une recherche sur des thèmes légers d'initiation scientifique et technique (I.S.T.) au niveau des classes de 6^e-5^e qui a commencé en 1974,

une recherche plus ancienne et plus importante sur des modules d'I.S.T. en 4^e-3^e commencée en 1971.

Octobre 1974 à juillet 1975

Classes de 4^e-3^e :

Expérimentation nationale des 4 modules (30 h chacun) :

Automatisme,
Photographie,
Polymères et plastiques,
Technique de fabrication.

30 professeurs, 1 500 élèves par module dans 15 villes universitaires.

Continuation des anciens modules : électronique, chimie, astronomie.

Classes de 6^e-5^e :

Expérimentation d'unités légères (15 h)

avec 6 élèves à la Faculté et/ou en classe :
Circuits électriques,
Matériaux et forces,
Météorologie,
Technologie de l'habitat,
Chimie,
Statistiques et mesure.

Octobre 1973 à juillet 1974

Classes de 4^e-3^e :

Expérimentation parisienne des 4 modules précités.

5 professeurs, 250 élèves dans la région parisienne.

Évaluation des anciens modules expérimentés au plan national.

Octobre 1972 à juillet 1973

Classes de 4^e-3^e :

Expérimentation nationale :

Électronique,
Chimie } 20 professeurs, 6 villes,
Astronomie } 1 000 élèves par module.

Octobre 1971 à juillet 1972

Classes de 4^e-3^e :

Préexpérimentation de ces 3 modules par le Groupe de travail et quelques enfants.

Villes concernées : Besançon, Bordeaux, Clermont-Ferrand, La Rochelle, Lille, Lyon, Marseille, Montpellier, Nancy, Nice, Orléans, Paris, Poitiers, Reims, Rennes, Strasbourg, Toulouse.

Récemment (en janvier 1974) le Groupe permanent de la Commission installé dans des locaux de Paris VII est devenu Équipe de recherche associée au C.N.R.S., dépendant des physiciens (ancienne Section de physique des solides 08) et des psychologues (ancienne Section de psychologie 23) avec comme intitulé : « Laboratoire de recherche sur l'enseignement des sciences physiques et de la technologie ».

Une telle évolution a, bien sûr, conduit à se poser un certain nombre de questions :

Quelle est la nature d'une telle recherche ?

Quel peut être son contenu ?

Comment encourager son développement ?

Nous tenterons dans la suite d'apporter quelques éléments succincts de réponse à ces questions en élargissant d'emblée le champ de cette recherche à l'ensemble des degrés d'enseignement (primaire, secondaire, supérieur, formation des adultes) et à la question de la formation des maîtres.

I. Nature de la recherche

Cette recherche a un but fondamental qui commande son organisation et son déroulement : contribuer à l'amélioration, et même dans certains cas à la création d'un enseignement de sciences physiques et techniques. A ce titre on pourra dire que ce n'est pas une recherche fondamentale dans la mesure où elle se donne des buts pratiques spécifiques.

Par contre cette recherche s'appuiera sur des résultats de recherche fondamentale ou pourra même susciter de nouvelles recherches de ce genre. Elle pourra tirer parti de recherches en philosophie, sociologie, histoire des sciences et, bien sûr, des recherches menées en physique, chimie et technologie. Si ce n'est pas une recherche fondamentale, ce n'est pas non plus une simple opération de transformation de l'enseignement (par exemple : rédaction d'un nouveau polycopié, mise au point d'une expérience voulant illustrer une loi ou un concept particulier, etc...). Pour qu'il y ait recherche, il ne suffit pas qu'un « produit pédagogique » nouveau apparaisse. Il faut aussi, au préalable, qu'on ait recensé des besoins, définis des objectifs pour répondre à ces besoins, proposé une ou plusieurs stratégies pour satisfaire ces objectifs et que des procédures d'évaluation de la (ou des) stratégie(s) soient définies et employées en cours de réalisation. Il faut aussi que l'activité s'insère dans le contexte national ou international de recherche qui

peut fournir des exemples (ou contre-exemples), des points de départ, des méthodes d'investigation qu'il serait dangereux d'ignorer.

Ce n'est donc pas une « simple » opération de transformation de l'enseignement même si elle s'effectue selon des procédures établies par la recherche.

Il est donc préférable de considérer cette recherche comme un mélange de « recherche appliquée » (dont la finalité est de répondre à un besoin de la société) et de « recherche de développement » (dont l'objectif est de créer des méthodes ou procédés nouveaux, pédagogiques par exemple, en utilisant divers résultats de recherche appliquée ainsi que de nombreuses connaissances et considérations empiriques) : en bref, c'est, une recherche orientée vers des *décisions* (1).

Il résulte de cette analyse que cette activité de recherche doit posséder un certain nombre de caractéristiques :

a. Elle doit s'opérer en étroite symbiose entre les chercheurs, et les praticiens (qui peuvent eux-mêmes contribuer à la recherche) que sont les enseignants directement concernés.

b. Elle doit tenir compte des conditions aux limites qu'impose le système d'éducation actuel car c'est le point de départ de toute transformation.

c. Elle doit faire l'objet de travaux de publication qui peuvent être aussi bien les « produits pédagogiques » élaborés que les analyses méthodologiques et critiques faites à propos ou en cours d'élaboration de ces produits.

d. Elle doit tenir compte des recherches nationales et internationales menées dans des domaines analogues, ce qui se traduira par une politique de publications qui tout en réservant la priorité au public enseignant concerné (et donc, dans notre cas, de langue française), devra de temps à autre se soumettre à la critique et à la comparaison internationale.

e. Elle suppose une compétence avancée dans le domaine scientifique concerné de manière à favoriser dans l'enseignement scientifique amélioré une vue équilibrée des divers aspects de la science que seule une pratique effective de la science, au moins pendant une période donnée, peut donner au chercheur correspondant.

f. Elle implique une formation approfondie et sans cesse améliorée des chercheurs concernés dans divers domaines des sciences humaines qui peuvent concourir au développement pédagogique recherché. Elle doit prendre aussi le plus souvent possible un aspect interdisciplinaire.

II. Quelques objectifs possibles de la recherche sur l'enseignement des sciences physiques

Nous voudrions simplement sans prétendre être exhaustif donner un ensemble de thèmes possibles à propos desquels des recherches utiles et nécessaires pourraient être entreprises et/ou continuées.

Il s'agit de thèmes concernant en priorité les élèves quel que soit leur niveau. Des thèmes analogues pourraient orienter une recherche sur la formation des maîtres. Ce n'est d'ailleurs pas un hasard si plusieurs des items de cette grille forment l'ossature d'un nouveau cours destiné à former sur le plan pratique les étudiants-professeurs de sciences en Angleterre (5).

Quelques thèmes de recherche

Finalités et objectifs de l'enseignement scientifique.

Nature de la science et de la recherche scientifique en relation avec l'enseignement scientifique.

Contexte social et institutionnel de l'enseignement scientifique.

Histoire des sciences et enseignement des sciences.

Modes de pensée des enfants.

Langage et communication.

Interaction maître-élève.

Méthodes et techniques d'enseignement. Ressources diverses pour l'enseignement scientifique.

Contrôle, notation et examens.

Le laboratoire, son organisation.

Principes guidant la conception de nouveaux curricula de sciences.

Évaluation sommative et (ou) formative de nouveaux curricula de sciences.

On voit au travers de cette liste brève, la très grande diversité des thèmes de recherche possibles en même temps que l'aspect interdisciplinaire de nombre d'entre eux.

III. Comment promouvoir le développement de cette recherche ?

Nous venons de voir quelques caractéristiques de la recherche sur l'enseignement des sciences physiques. Ces caractéristiques se traduisent par la nécessité d'une mise au point de structures et d'affectations de moyens nouveaux.

1. Structures de formation

On peut citer l'exemple de l'Université de Paris VII où est organisé, en fin de maîtrise, un certificat C₄ de didactique des sciences physiques (essentiellement encadré par des chimistes).

Il est plus important encore qu'il y ait des structures de *formation à la recherche* : c'est le cas dans cette même université du D.E.A. de Didactique des sciences physiques et de la technologie. Un tel D.E.A. assure à des étudiants ayant une maîtrise de physique, de chimie ou de sciences physiques un début de formation de chercheurs en pédagogie des sciences

physiques. Au cours de cette première année expérimentale (1975-1976), on propose des cours de méthodologie générale de la recherche en éducation (1), Cours de l'Open University en Angleterre, etc..., de pédagogie comparée (en référence à des exemples étrangers) et de psychologie de l'enfant (psychologie génétique, etc...).

Des structures analogues plus développées existent dans de nombreux pays étrangers. Signalons par exemple le cas de l'Université de Berkeley et celui du M.I.T.

A Berkeley (3), un groupe sur « l'enseignement des sciences et des mathématiques » a vu le jour en 1968. Ce groupe, sous la direction du physicien F. Reif, offre un programme de formation conduisant à un Ph. D. en éducation scientifique. Le groupe s'est assuré le concours de professeurs de mathématiques et de professeurs de sciences (physiciens, chimistes, biologistes, ...) de l'Université pour diriger des thèses de

Ph. D. sur des « travaux éducatifs innovateurs ». Il travaille en liaison avec le « Lawrence Hall of Science » de la même Université que l'on peut considérer comme un Centre de recherche en éducation scientifique.

Le M.I.T., à son tour, vient de créer une division pour l'étude et la recherche en éducation qui organisera des recherches et dispensera une formation de chercheurs dans ce secteur en se préoccupant particulièrement de l'enseignement des sciences et des techniques.

2. Publications

Il n'existe pas en France à l'heure actuelle de revues spécifiques et de niveau reconnu où ceux qui se consacrent à la recherche sur l'enseignement des sciences expérimentales destiné à des élèves de tout niveau (depuis l'âge de la maternelle jusqu'à l'âge adulte de la formation permanente) puissent publier leurs travaux. Certes,

il existe diverses revues françaises dont la liste non exhaustive (2) est donnée plus loin, qui acceptent ce genre d'articles. Aucune, de par sa nature, n'en a fait sa spécialité.

A l'étranger, par contre, des revues de ce genre existent. Nous indiquons en note (4) une liste assez complète de revues anglaises et américaines destinées en partie ou en totalité à accueillir des articles de recherches au moins sur l'enseignement de la Physique. Les chimistes connaissent bien par ailleurs la revue américaine « *Journal of Chemical Education* ».

L'absence d'une revue française consacrée uniquement à la recherche sur l'enseignement des sciences expérimentales est un puissant frein au développement de cette recherche. Une initiative conjointe des diverses sociétés de spécialistes (Société Chimique de France, Société Française de Physique, etc...) pourrait permettre de lever ce handicap. L'existence d'une telle revue, avec un comité de rédaction dont le rôle ne serait pas simplement de filtrer mais aussi de conseiller utilement les auteurs d'articles de recherche (ce qui n'exclurait pas certains articles d'opinions), favoriserait les échanges de résultats entre chercheurs et le dynamisme de la recherche française dans ce domaine.

3. Gestion des carrières

Comme cela existe déjà dans de nombreux pays étrangers (Allemagne, Angleterre, Danemark, Suède, U.S.A., etc...) des universitaires (Universités, I.U.T., Centre de formation des adultes...) de formation scientifique se consacrent maintenant en nombre croissant (bien que encore très limité) à une recherche sur l'enseignement des sciences physiques.

Il conviendrait que les sections du C.C.U. dont dépendaient au départ les enseignants universitaires reconvertis dans une recherche de didactique puissent continuer de porter

un jugement sur les nouvelles activités de recherche. Ce jugement devrait être fondé sur l'existence de travaux publiés et sur un jugement complémentaire des spécialistes, à divers titres, de sciences de l'éducation.

En effet, l'absence de politique cohérente des sections scientifiques du C.C.U. empêche actuellement un contrôle sérieux et donc un encouragement réel à la reconversion des chercheurs physiciens et chimistes vers des spécialités de didactique.

Il ne paraît pas évident, même à terme, qu'il faille regrouper ces chercheurs dans une section particulière, voire nouvelle. La recherche en éducation concerne en effet l'ensemble des enseignants de chaque discipline scientifique. Elle profitera ainsi de l'appui et de la critique circonstanciée des pairs dans la discipline, sans pour autant manquer de l'apport et du jugement des secteurs des sciences humaines auxquelles elle emprunte de nombreuses méthodes d'investigation.

Le C.N.R.S. de son côté, doit pouvoir également gérer la carrière de chercheurs qui, pour une durée plus ou moins longue, se reconvertiraient dans le secteur didactique. Les jugements et le financement pourraient être plus directement laissés à la responsabilité des nouveaux groupes sectoriels, dont les chercheurs dépendent par leurs origines. Il faudrait aussi envisager des possibilités de recrutement.

Enfin, des thèses de 3^e cycle ou d'État de didactique des sciences pourraient être soutenues dans le cadre d'U.E.R. scientifiques ayant des relations avec des U.E.R. de sciences humaines (au sein d'une université ou entre deux universités).

4. Structures de recherche

Des équipes de recherches devraient pouvoir se développer à moyen terme dans le secteur de la didactique des sciences

expérimentales. Travail décentralisé, cette recherche concerne tous les secteurs de l'Université. Elle a un rôle particulier à jouer en relation avec les Centres de formation (initiale et/ou permanente) des maîtres; de tels Centres devraient en effet promouvoir la recherche pédagogique.

Il va de soi que cette recherche devrait être menée (quand elle concerne les établissements secondaires et primaires) en relation avec les enseignants concernés et les diverses structures responsables de la recherche à ce niveau (I.N.R.D.P. ou ex I.P.N., Commission rectoriale de recherche pédagogique, corps d'inspection, etc...).

Des crédits de diverses sources devraient être disponibles et affectés (Secrétariat d'État aux Universités, C.N.R.S., mais aussi par exemple sur contrat avec le Ministère de l'Éducation, ou le Secrétariat d'État à la formation permanente, etc...).

On pourrait envisager, comme en Allemagne fédérale par exemple (6), l'existence de quelques instituts de recherche spécialisés de rang national qui auraient à leur disposition des ressources plus importantes. De tels instituts pourraient être des pôles de formation et de recherche relayés d'une manière souple et décentralisée par des équipes de tailles moins importantes mais assez largement répandues.

En conclusion, remarquons que le moment est venu pour mettre l'accent en France sur un développement de la recherche sur l'enseignement des sciences, et plus particulièrement des sciences physiques. Une politique souple et cohérente pourrait être mise en œuvre avec une relative facilité. L'impact qu'une bonne recherche pourrait ainsi avoir sur l'enseignement des sciences à tout niveau serait assez vite important, compte tenu, dans ce domaine, du retard considérable de notre pays par rapport à de nombreux pays étrangers.

Bibliographie

(1) G. de Landsheere, Introduction à la recherche en éducation, Armand Colin, 1974, p. 25.

(2) *Revue française de pédagogie*, I.N.R.D.P., *Revue internationale de pédagogie multilingue*.

Sciences de l'éducation.

L'orientation scolaire et professionnelle (I.N.O.P.).

Bulletin de la Société de Physique.

L'actualité chimique.

Bulletin de l'Union des physiciens.

(3) F. Reif, *Educational Challenges for the University Science*, 1974, 184, 537-542.

(4) Revues anglaises :

Nature, International Journal of Science (hebdomadaire).

New Scientist, New Science Publications (hebdomadaire).

School Science Review, journal de l'Association des professeurs du second degré (A.S.E.) publié 4 fois par an, Interdisciplinaire, *Supplément éducatif du Times*, hebdomadaire, Niveau scolaire. Il en existe un pour le niveau Higher Education.

Trends in Education, publié trimestriellement par le Département d'enseignement et de science du Ministère de l'Éducation.

Education in Science, Bulletin de l'A.S.E., 5 numéros par an.

Physics Education, publié par l'Institut de physique (7 numéros).

Studies in Science Education, Université de Leeds, Publication de recherches du Centre du même nom.

Revue américaine :

School Science and Mathematics, journal officiel de l'Association qui porte le même nom. Articles d'évaluation et de propositions, *Science Education*, ce journal publie des articles sur l'enseignement et la formation des maîtres dans toutes les sciences naturelles et à tous niveaux (élémentaires, université). Articles d'évaluation contrôlés avec soin.

Journal of Research in Science Teaching, publié trimestriellement. « Communiquer des résultats de la recherche sur l'enseignement des sciences qui contribuent d'une manière significative aux connaissances théoriques et pratiques sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences. »

The Physics Teacher, il couvre le domaine de l'enseignement de la physique jusqu'au niveau des collèges. Articles revus par l'éditeur. Notes publiées sans revues.

American Journal of Physics, niveau universitaire.

The Science Teacher, journal de la N.S.T.A. La physique n'est abordée que par la bande.

(5) *Science Teacher Education Project*, The Art of the Science Teacher, Ed. C. R. Sutton et J. T. Haysom, Mac Graw Hill, 1974.

(6) L'Institut pour la pédagogie des sciences de la nature (4 000 m², plusieurs millions de D.M. de budget Physique, chimie, biologie), auprès de l'Université de Kiel est le principal lieu de recherche sur la didactique des sciences en République Fédérale Allemande. D'autres recherches concernant les mêmes domaines sont effectuées dans les Universités ou des Instituts de recherches en sciences de l'éducation, à Berlin par exemple.

Lié à l'Université de Kiel, à l'École Normale de Kiel (Pädagogische Hochschule) par l'appartenance d'un certain nombre de ses chercheurs à ces Institutions, l'I.P.N. est actuellement un Institut inter-lands, financé de 1969 à 1972 par la Fondation Volkswagen. Une centaine de personnes y travaillent en 1975.

Outre les trois départements correspondant aux trois disciplines rappelées ci-dessus, il existe un Département de sciences de l'éducation. L'ensemble est administré par une direction collégiale, sous la responsabilité actuelle du professeur K. Frey, directeur du Département de sciences de l'éducation.