

## DE LA PHYSIQUE A LA PÉDAGOGIE

par Marie-Geneviève SÉRÉ

Enseignant-chercheur à l'Université... C'est bien ainsi que se nomme le métier que je pratique depuis l'âge de 22 ans. (A l'époque, les étudiants en physique se bousculaient à la "Faculté des Sciences". On manquait d'enseignants et on embauchait jeune alors.)

Même pour cette seule et unique discipline à laquelle j'appartenais alors : la physique, cette profession a mille visages, et le premier qui s'est offert à moi m'a paru fascinant :

J'ai été accueillie, de façon fort sympathique d'ailleurs, dans un laboratoire de l'Institut d'Optique. Ce vénérable mais moderne institut, très structuré mais très ouvert, alliait la préoccupation et la réussite d'une recherche de pointe, avec le souci de réalisations technologiques. C'est là que, la tête encore pleine de formules bien apprises, j'ai vu les premiers hologrammes, et entendu parler des progrès foudroyants de verres médicaux, là, tout près, au fond de la cour... C'est dire que pour moi, dans cette ambiance, a été très vite présent le problème des clivages et des continuités entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée.

Pour commencer, il me fallut mener de front deux activités différentes : me "plonger" dans les théories sur lesquelles mon travail venait se greffer, et aussi apprendre à me servir de mes mains. Effectivement, j'eus la chance que des techniciens patients m'apprennent à souder, laver des lamelles impeccablement, nettoyer, démonter et remonter les pompes à vide... tout cela permettait de réaliser des dépôts de métal, aux couleurs chatoyantes, sur des supports de quartz, dans le but de les étudier sur toutes les coutures. C'est donc là, dans un laboratoire de physique que l'expérimentation, la mesure, la formalisation mathématique, la preuve, la technologie... toutes ces composantes de la recherche en physique, ont commencé à exister, d'une façon autre que pendant les études à l'Université. Ces réalités mettent probablement des années pour se laisser pénétrer, pour laisser comprendre leurs structures et leur organisation mutuelle. Et il faut sans doute toutes ces années pour que la physique que l'on enseigne s'imprègne plus ou moins de celle qui est pratiquée.

Quant à l'enseignement, j'y ai été plongée d'un coup, sans formation, avec pour seule arme ma bonne volonté. J'ai sûrement commencé par relever le flambeau de l'enseignement que je venais tout juste de recevoir, puisque j'enseignais en Université. Mais très vite, une foule de questions, une foule de problèmes se sont fait jour. Sans doute étaient-ils mal formulés, mal cernés, incomplets. Je n'avais d'ailleurs guère d'occasion de les préciser et de les confronter sérieusement avec d'autres enseignants, sinon de façon informelle. Nous n'avions guère le temps non plus d'y trouver des solutions.

Pêle-mêle nous affrontions et parlions passionnément des rapports entre la physique et le formalisme mathématique, du rôle de l'expérimentation dans l'acquisition des connaissances, de la forme que pouvaient prendre les travaux pratiques pour apporter des savoirs, des savoir-faire et des méthodes aux étudiants. Nous parlions aussi de sélection (1968 n'était pas loin !), de rap-

port entre physique fondamentale et physique appliquée, et de tant d'autres choses...

Des livres ont alors eu pour moi, pour nous jeunes enseignants, une importance réelle. Ces livres venaient des USA. Ils montraient qu'existait le souci d'enseigner mieux, différemment et autre chose : Par exemple, le grand physicien Feynman, photographié en première page de ses *Lectures in Physics* jouant du tam-tam, mettait donc la physique à la portée d'étudiants de première année d'Université !

Mais il me faut passer sur toutes ces années de recherche en blouse blanche, et d'enseignement de la physique la craie à la main, avec tant de questions et l'impression d'un monde à soulever pour y répondre. Elles m'ont amenée un beau jour de Septembre 1976, à Montpellier, à un Congrès du GIREP sur l'enseignement de la physique. Là aussi de nombreux problèmes étaient soulevés. à tous les niveaux, du collège à l'université, de la mécanique à la physique statistique, en passant par la technologie. Montpellier, cela a été, pour moi, avant tout la rencontre d'une communauté internationale travaillant activement à la création et à la naissance d'un nouvel enseignement. Ce que je venais chercher là, c'était aussi la possibilité de faire connaissance avec les équipes universitaires françaises concernées.

Je rencontrais en particulier une équipe de physiciens de Paris VII, celle du Professeur Delacote, qui avait été chargé par la Commission Lagarrigue d'expérimenter un enseignement de la physique à l'âge où les enfants vont encore au collège.

Cette équipe enthousiaste et pleine d'idées, avait réalisé des "modules" d'initiation sur les thèmes les plus variés. Elle tenait à travailler en étroite collaboration avec les enseignants du secondaire. Ses réalisations se voulaient fondées sur la connaissance des élèves, à qui était proposé le maximum d'expérimentation et d'observation.

Ce travail énorme et passionnant, prenant à la base le problème de l'enseignement de la physique, me parut non seulement indispensable mais encore plein d'attrait !

J'eus la chance, grâce à M. Delacote, de pouvoir m'intégrer à cette équipe peu à peu pendant l'année 1977. C'est que cette année devait être marquée d'une pierre blanche : pour la première fois depuis des années, on y verrait des enfants de 6ème faire des Sciences Physiques ! S'ouvrait ainsi un vaste champ d'investigation, avec une forte demande des enseignants, et je n'eus ainsi aucun mal à choisir un sujet de recherche. Les lectures qui me guidèrent alors furent les principaux livres de Bachelard et ceux des historiens des Sciences comme Metzger, et plus directement la littérature anglo-saxonne ainsi que certaines des nombreuses publications de Piaget à Genève.

Les Anglo-Saxons semblaient alors à la pointe des réalisations pour l'enseignement des sciences à un niveau élémentaire. "I do and I understand" (1) disaient les Anglais qui avaient déjà une grande expérience pour l'observation des enfants en situation de manipuler pour apprendre. Quant à Piaget, cela faisait de nombreuses années qu'il chargeait des cohortes d'étudiants d'écouter et d'observer avec une minutie remarquable les petits genevois réalisant des expériences qui me paraissaient alors incroyablement astucieuses.

Pour ma part, je choisisais de m'intéresser à l'état de la matière dont la description et la connaissance posent le plus de problèmes aux enfants : l'état gazeux.

Piaget avait d'ailleurs décrit l'utilisation qu'en font les enfants, même petits, pour évoquer la pensée, la mémoire, l'esprit, etc. Mais il ne l'avait pas étudié à fond. Avec ce thème central, je pensais bien pouvoir toucher à de nombreux autres thèmes : la place de l'expérimentation dans l'enseignement, la formation des concepts, l'apprentissage, et même éventuellement les relations dans la classe, etc.

Le premier biais par lequel j'attaquais le problème fut celui des "représentations" et de leur évolution. Dans ces années en effet, la didactique était fortement orientée dans deux directions principales : l'innovation dont on avait et dont on a toujours un urgent besoin, d'une part. D'autre part, on cherchait souvent à connaître les représentations des élèves. Il était en effet criant que l'enseignement n'avait que fort peu été bâti en tenant compte de ces représentations, et tout poussait à en affiner la connaissance. Le terme de représentation était d'ailleurs très général, critiqué par nos collègues psychologues pour son imprécision et traduit par de nombreux termes très différents d'un bout à l'autre du monde anglo-saxon. Qu'importait le terme, on reconnaissait en général la nécessité de comprendre ce que les élèves voient de l'expérience, puisqu'ils n'y voient pas toujours la même chose que les adultes, ce qu'ils forment comme images à son sujet, comment ces images participent à l'apprentissage, etc.

Aussi, un mois après la rentrée de 1977, je débarquais dans une classe de sixième, avec une caméra vidéo, un magnétoscope, des micros, dans le but d'enregistrer et étudier tous les cours que la classe de 6ème A aurait à propos des gaz, aussi bien en biologie, qu'en physique et qu'en chimie. Je garde une grande reconnaissance à Mme Fichou qui m'a accueillie dans sa classe. Car cela a duré seize mois en tout, puisque nous sommes tous, professeur, élèves et observatrice, "passés" en cinquième.

Cette méthode d'investigation, je l'avais choisie sans trop avoir le loisir de réfléchir, sous le coup de l'urgence, de façon à profiter du début des cours, et dans le but de pouvoir observer l'évolution d'élèves. En réalité je n'avais pas choisi la facilité : cela m'est apparu lors de rencontres avec des collègues biologistes de l'INRP qui eux aussi avaient accumulé des bandes vidéo enregistrées dans des classes et avec qui j'ai pu échanger mes impressions quant à leur dépouillement. Très vite, j'ai perdu l'illusion de pouvoir étudier dans toutes les situations toute la classe. J'ai parfois limité mon étude à un seul groupe d'élèves manipulant ensemble, et cette limitation a permis l'émergence de résultats utilisables.

Cela avait été une expérience extraordinaire, pour moi universitaire, de "vivre" avec ces enfants tout ce temps, de les retrouver après des vacances ou des interruptions pendant lesquelles d'autres sujets étaient traités.

J'ai vu leurs difficultés, leurs progrès, leur insertion progressive dans le collège, leurs bons moments comme leurs mauvais, et aussi ceux du professeur qui avait la gentillesse et la simplicité de me supporter.

Cette expérience sur le terrain a été d'une grande richesse. Elle a constitué une mine de données pour compléter des résultats de recherche ultérieurs, qui

utiliseraient des méthodes dites "de laboratoire", et toujours garder le souci de lier recherche en didactique et applications pour l'enseignement. C'est avec ce souci que j'ai élaboré les axes d'analyse de cette observation. Autant qu'elle a donné des résultats sur les représentations des élèves, cette observation a pu expliciter deux groupes de questions importantes en ces débuts d'un enseignement expérimental au collège. Quelle est la fécondité du travail de groupe d'enfants de 11 à 13 ans, qu'il consiste à manipuler, ou à réfléchir pour tirer des conclusions des expériences, ou encore pour en imaginer ? Y-a-t-il véritablement travail commun ou travail parallèle des membres du groupe ? Le groupe est-il facteur de progrès ? La seconde question a surgi de la constatation que le professeur, pourtant remarquablement à l'écoute de ses élèves, n'avait jamais "entendu" ni autant de choses, ni tout à fait la même chose que moi en tant qu'observatrice, disposant d'enregistrements à étudier. Il semblait donc intéressant, en commençant par cette étude du cas que constituait cette classe, d'étudier l'influence qu'ont les représentations des élèves sur l'action du professeur : rythme de la classe, progression, interventions, choix des objectifs, choix des manipulations, etc.

Ensuite, mon travail de recherche a pu bénéficier du support d'une équipe. L'inspection générale recherchait alors en effet le moyen de connaître l'impact de l'enseignement des sciences physiques au Collège. Pendant cinq années elle a donc financé une recherche (2) sur l'état gazeux dont j'étais responsable, et sur les notions de chaleur et température, dont Mme Tiberghien, maître de recherche au CNRS a pris la responsabilité. Celle-ci a apporté son expérience et sa compétence à l'organisation de cette recherche commune, qui réunissait un groupe de dix professeurs avec lesquels nous avons travaillé en étroite collaboration.

Cette collaboration a porté des fruits très concrets, puisqu'en 1982, le CNDP s'est avisé que parmi les films pédagogiques qu'il pouvait proposer, il n'y en avait aucun qui concernait l'état gazeux. Notre équipe était toute désignée pour réaliser ces films, et M. Marrazzani, responsable au CNDP des films pour le niveau du collège, me proposa la responsabilité de quatre films, l'un pour la formation des professeurs, les trois autres pour les élèves. Le premier, *L'état gazeux et la pression* a pour thème une des réunions de notre équipe et est illustré par des tournages faits dans les classes des professeurs de l'équipe, par des enfants en train d'expérimenter, etc. Les films pour les élèves s'appellent *Au fil de l'air*, *La pression atmosphérique* (c'est un film muet, sur quelque chose qu'on ne voit pas et qu'on ne sent pas !) et *L'aération d'un local*. Avec ces films on a l'exemple de réalisations faites à partir de la connaissance des représentations des élèves. C'est bien différent de ce qu'on peut faire pour illustrer des notions de physique, en imaginant a priori ce qui peut aider et intéresser les élèves ! Là se trouve aussi vraisemblablement un lieu important d'application des recherches en didactique, que les films soient destinés aux élèves ou aux enseignants en formation.

Une autre application des recherches que j'ai faites a eu pour cadre le futur Musée des Sciences et des Techniques de la Villette. Ce musée accueillera les enfants dans des salles de découverte, où ils feront de la physique à partir d'expériences réalisées en situation d'autonomie. J'ai pu fournir des idées de manipulations imaginées à partir de la connaissance des enfants en situation d'expérimenter.

Nul doute que ce travail en équipe n'ait beaucoup fait évoluer mes recherches. Des rencontres et des lectures aussi ont joué ce rôle. C'est ainsi que des échanges de plus en plus nombreux avec des psychologues, la lecture d'épistémologues, et, dans une moindre mesure, l'accès à des recherches en sociologie, m'ont amenée à compléter autant que faire se peut mon point de vue sur cette réalité complexe qu'est l'enfant. Probablement les analyses des productions d'enfants que j'étais amenée à faire ont gagné en rigueur !

Pour la psychologie, c'est principalement Mme Annick Weil-Barais, psychologue à l'Université Paris VIII, qui m'a aidée à y pénétrer peu à peu. J'ai eu la chance de participer à la fin de ses travaux très intéressants sur le raisonnement expérimental chez les enfants du même âge que celui auquel je m'intéressais pour l'état gazeux. S'intéressant à l'acquisition de connaissances scientifiques, elle apporte maintenant sa collaboration au LIRESPT. Sans confondre l'approche psychologique et didactique, la collaboration entre ces spécialités permet de mieux appréhender la complexité des apprentissages scientifiques.

C'est par la psychosociologie, mise en oeuvre par Mme Perret-Clermont à Neuchâtel, que j'ai eu accès à quelques réflexions sur la sociologie de la classe. Ses recherches très fines donnent un éclairage, méthodologique en particulier, précieux pour l'analyse de données récoltées auprès d'enfants dans différents contextes (en classe, en petit groupe, individuellement, plus ou moins autonomes, etc.)

Enfin comment ne pas être attiré, quand on fait de la didactique, par l'épistémologie ? Sans pouvoir lire in extenso les travaux originaux d'auteurs comme Kuhn, Popper, Toulmin, etc. leurs ouvrages de vulgarisation, les synthèses qui en sont faites, l'intégration de leurs travaux que les didacticiens américains réalisent dans leurs comptes rendus de recherche, permettent un accès à leur production.

Les échanges entre acteurs de la recherche profitent beaucoup de certaines structures. Pour ma part, deux types de rencontres ont été déterminantes. Il y a d'abord eu les *Journées sur l'Enseignement Scientifique de Chamonix* auxquelles j'ai participé depuis 1979, et qui, au cours des années, sont devenues internationales. Organisées par A. Giordan et J.-L. Martinand, elles réunissent des didacticiens de différentes disciplines, des enseignants et des chercheurs. Elles m'ont permis en particulier de rencontrer des collègues biologistes. Avec eux j'ai pu m'informer de ce qu'est la formation des concepts dans cette autre discipline expérimentale. La complémentarité des résultats obtenus est souvent très éclairante. Elles m'ont aussi permis d'avoir accès à des informations sur d'autres modes de transmission des connaissances : ordinateurs, expositions, etc.

D'autre part, en collaboration avec une équipe internationale, le Professeur Delacote et Mme Tiberghien, ont organisé la première école d'été de Didactique de la Physique, en 1983, à La Londe-les-Maures. Trois semaines de cours, d'ateliers et de rencontres informelles, ont porté leur fruit et m'ont ouvert des perspectives pour l'analyse de mes données.

J'avais alors tous les éléments pour effectuer une synthèse de tous ces travaux, aux préoccupations diverses autour d'un thème central. Cela m'a permis de présenter une thèse d'Etat à mon Université : l'Université Pierre et Marie Curie

(Paris VI).

Ainsi, cette jeune discipline qu'est la didactique de la physique précise peu à peu ses concepts, ses questions, ses paradigmes et elle est en pleine évolution. Malgré ce caractère évolutif, au fur et à mesure même de ses progrès, si on garde le souci d'un contact permanent avec les enseignants, ceux-ci peuvent largement profiter de la didactique dans leur pratique. C'est dans cette optique que j'ai accepté en 1982 de participer à la réforme de l'enseignement des Sciences Physiques en Syrie. Ma participation consistait à apporter aux inspecteurs régionaux syriens et à quelques professeurs de Damas, une information sur les recherches en didactique et sur la pratique de l'enseignement.

Ce sont les mêmes raisons qui m'ont poussée, en 1978, à me joindre à deux collègues physiciens, Mme Guesne et M. Lemeignan, eux aussi engagés dans la didactique de la physique, pour un détachement à la Formation Permanente de mon Université, dans le but d'animer des recyclages proposés à des enseignants de collège. A leurs débuts, ces stages étaient proposés à des enseignants volontaires, ce qui nous a suggéré de faire des stages en été pour lesquels les enseignants n'hésitaient pas à sacrifier une semaine de vacances.

C'est bien une formation en physique qui nous était demandée là. Au cours des stages ou des enseignements semestriels que je propose, je "fais" de la physique. Mais je peux apporter une dimension supplémentaire, puisque le plus souvent je suis en mesure d'apporter une information sur les recherches en didactique menées dans le domaine concerné. Comme les professeurs le remarquent tous, c'est une physique différente que l'on fait quand on est comme interrogé par les réactions et les représentations des élèves. De nouveaux problèmes se posent et le travail du groupe peut déboucher sur l'élaboration de solutions pédagogiques et didactiques, d'expériences adaptées et de questionnements spécifiques. Une telle information sur la recherche peut actuellement être apportée pour les domaines suivants : les états de la matière, l'électricité, l'optique, la mécanique.

Une des difficultés de ces stages, mais c'est aussi une richesse, est la diversité des stagiaires. PEGC, certifiés, agrégés se côtoient, mais aussi naturalistes, mathématiciens, physiciens, chacun avec leur formation spécifique. A tous il est proposé une même formation à l'écoute de ce que les élèves expriment spontanément, et dont l'expression dans la classe n'est pas toujours facile à repérer, suivre et comprendre. Les documents audio-visuels collectés au cours de mes recherches : enregistrements de séquences de classe, d'entretiens, d'activités expérimentales de groupes d'enfants, sont un support efficace.

Depuis trois ans maintenant ces stages ont été pris en compte et reconnus par les trois Missions Académiques de Formation de la région parisienne. Dans les formations initiales et continuées d'enseignants de collège, le ministère reconnaît maintenant qu'il faut introduire un enseignement de didactique de la discipline. Les enseignants sont encouragés à les suivre par la possibilité qu'ils ont d'être déchargés de leurs cours. Pour que la gêne qui en résulte soit la plus faible possible, chaque mission fait assaut d'imagination dans l'organisation, et il est parfois difficile pour les enseignants universitaires comme moi, de répondre à plusieurs demandes contradictoires !

Quelles que soient les difficultés, il semble bien que ce soit là le terrain

privilegié de rencontre entre les chercheurs en didactique et les utilisateurs de la recherche. Il est d'ailleurs frappant de constater combien, en quelques années, l'information a fait tâche d'huile. Les stagiaires, plus sûrs d'eux, travaillent volontiers en commun avec leurs collègues, et font très naturellement passer les conclusions des stages qu'ils ont suivis.

C'est peut-être dans le cadre de cet enseignement qu'émergent et se précisent pour moi le mieux les problèmes de recherche. Ce genre d'enseignement, très interactif, a en effet la particularité de faire surgir de nombreuses questions. Elles doivent être de bonnes questions puisque partagées par l'enseignant et les enseignés, par le chercheur et ceux qui utilisent la recherche. Ces questions tournent beaucoup actuellement autour de la schématisation et de la modélisation. Mais cela constituera un autre chapitre...

Marie-Geneviève SÉRÉ

## NOTES

(1) J'ignore l'origine exacte de cette citation. D'ailleurs a-t-elle été jamais prononcée ? J'ignore aussi l'origine de celle qui lui répond quelques années plus tard : "I do and I am more and more confused".

(2) Cette recherche, gérée par l'INRP, avait pour titre : *Etude des représentations préalables de quelques notions de physique et leur évolution.*



## EXPÉRIMENTER

par Jean-Pierre ASTOLFI

Mon intérêt pour les innovations pédagogiques et la recherche remonte à ma nomination au Collège Expérimental Audiovisuel de Marly-le-Roi, dès mes débuts dans l'enseignement secondaire. C'est là, au fond, que j'ai commencé - grâce à la fréquentation conjuguée de personnes bien différentes - à articuler des projets de nature assez hétérogène, orientés autour d'une technologie éducative, d'un souci démocratisant et d'un approfondissement épistémologique, le lien entre ces trois aspects n'allant pas forcément de soi. Il faut peut-être rappeler brièvement que le Collège de Marly a été créé sur une hypothèse de technologie éducative, reposant sur la "rationalisation de l'acte pédagogique". Etienne Brunsvic et Guy Berger y avaient mis en place un système original, basé sur l'introduction d'un circuit fermé de télévision relié à toutes les salles de cours, ce qui entraînait toute une redéfinition des tâches et des fonctions spécifiques de chaque séquence d'enseignement (1).

Le projet démocratisant, présent dès l'origine, s'est trouvé renforcé pour moi par le rattachement de l'établissement à l'ensemble des collèges expérimentaux. Et c'est la rencontre avec Louis Legrand et son équipe de l'INRP vers 1971

qui m'a sensibilisé aux aspects organisationnels de la gestion des élèves en collège (classes hétérogènes, travail par ensembles de plusieurs classes, organisation de "plages" interdisciplinaires...). Je garde notamment le souvenir de moments de formation intenses à l'occasion de stages de chefs d'établissements expérimentaux, où nous tentions d'inventer des modalités techniques de groupement des élèves en vue d'un abaissement de la tension sélective, de la suppression des filières ouvertes ou cachées (2). Simultanément, c'est la rencontre avec Victor Host, mon prédécesseur à l'INRP, qui m'a conduit à associer ces soucis de "pédagogie générale" avec un approfondissement disciplinaire de la Biologie (concepts, méthodes, démarches, attitudes...). C'est cette triple fondation, technologique, démocratisante et épistémologique, qui m'a conduit pendant une longue période à centrer mon intérêt de recherche sur la définition des objectifs de l'enseignement biologique (3). Car celle-ci permettait :

- de passer d'une logique discursive (l'ensemble des choses que, comme enseignant, j'ai à dire sur un sujet) à une logique d'apprentissage (l'ensemble des tâches que je propose aux élèves, ce que je me fixe qu'ils réussissent à travers leurs réalisations, les dispositifs pédagogiques qui me paraissent cohérents avec les objectifs, les critères que je me donne pour apprécier les réussites et localiser les difficultés),

- de décomposer les apprentissages d'une manière qui permette aux élèves en difficulté de mieux voir leurs points d'achoppement, mais aussi qui leur permette de "bénéficier" de réussites partielles susceptibles d'être comptabilisées,

- de mieux définir l'ensemble des compétences qui constituent globalement "l'esprit scientifique".

L'autre lieu principal de ma formation à la recherche est ma participation à l'équipe de la revue *Cahiers pédagogiques*. Là, dans un contexte non institutionnel, beaucoup plus "libertaire" (nous étions dans les années soixante dix) j'ai intégré plus clairement deux éléments essentiels. D'une part, dans la lignée des mouvements d'éducation nouvelle, j'ai mieux considéré la position centrale de l'élève comme *sujet* (comme sujet apprenant certes, mais aussi comme personnalité dont les différentes composantes interfèrent, qu'on le veuille ou non, avec les apprentissages). D'autre part, je me suis rendu compte des effets d'autoformation à l'intérieur des groupes orientés par un projet de transformation scolaire et sociale, hors de toute situation hiérarchique. Ceci paraît bien banal aujourd'hui mais ne l'était pas tant que cela par rapport à la formulation que j'avais reçue ni au climat de l'époque. De plus, c'est là que j'ai appris à *écrire* sur ma pratique et à *lire* des réflexions sur celle des autres, ce qui est loin d'être une habitude naturelle aux enseignants.

Cette seconde ligne de pensée était partiellement contradictoire avec la précédente, dont la pente naturelle m'entraînait plutôt vers la pédagogie de maîtrise. C'est l'arrivée d'André Giordan, actuellement professeur de didactique à Genève, dans l'équipe de recherche INRP, qui a catalysé pour moi la conjonction des deux démarches. J'ai pu mieux prendre conscience qu'il ne suffit pas de "rationaliser" les apprentissages préalablement au temps d'enseignement et indépendamment de élèves (même si c'est tout à fait indispensable) car ceux-ci possèdent leurs propres cadres d'analyse et d'interprétation ; et ils sont toujours à *distance* de la logique du "savoir savant". D'où la nécessité d'une meilleure

connaissance de leurs démarches spontanées, de leurs modes de pensée, de leurs représentations... toute une direction de recherche que nous avons beaucoup développée depuis.

Et sur le versant épistémologique, nous avons pu prendre la mesure du fonctionnement souvent "ritualisé" des démarches traditionnelles en sciences. Celles-ci appliquent un schéma rigide que nous avons appelé OHERIC (observation, hypothèse, expérimentation, résultats, interprétation, conclusion) qui, non seulement ne correspond pas aux démarches possibles pour les élèves mais dont l'histoire des sciences - comme d'ailleurs l'activité professionnelle des chercheurs - montre le caractère peu opératoire. De cette période date notre livre collectif, *Quelle éducation scientifique, pour quelle société ?* (PUF 1978).

Il m'a fallu à ce moment accommoder mon modèle antérieur trop mécaniste pour y intégrer ces nouvelles perspectives, mais sans le laisser se dissoudre dans les pratiques peu directives alors en vogue. Cela m'a conduit à faire miennes certaines distinctions nécessaires, et je sais ce que je dois sur ce point à Victor Host :

◊ **La distinction entre logique de découverte et logique d'exposition de résultats**, cette dernière pouvant seule être modélisée par le schéma OHERIC. D'une part en raison des contraintes de la communication qui, pour rendre le message intelligible au récepteur, obligent à le réorganiser. Mais aussi parce que le cheminement de la découverte est toujours reconstruit après coup, de façon partiellement inconsciente par le savant ou le chercheur, comme nous l'a montré l'analyse - qui nous a alors beaucoup marqués - des travaux de Claude Bernard (4).

Autrement dit, on peut donner une fonction pédagogique de synthèse et de prise de recul au schéma classique de démarche expérimentale au lieu de l'envisager comme l'algorithme du travail en train de se faire. D'autant que les élèves de collège sont souvent loin de maîtriser la pensée dite formelle requise par le raisonnement hypothético-déductif et que cette *reconstruction*, loin de pouvoir être utilement imposée d'emblée, peut concourir à leur structuration intellectuelle.

◊ **La complémentarité entre les objectifs de type instrumental et les objectifs d'attitude**. Les premiers, notamment les objectifs méthodologiques sont, avec les connaissances, les seuls pris en compte par la conception trop behavioriste que je me faisais des choses. Il faut aussi travailler sur l'attitude scientifique à développer chez les élèves, car celle-ci contribue souvent à rendre signifiante l'activité qu'ils mènent en classe, et peut constituer un moteur pour celle-ci. Autrement dit, il ne suffit pas que les élèves construisent, de façon un peu mécanique des compétences juxtaposées (savoir imaginer des hypothèses, interpréter des observations...), encore faut-il qu'ils *intègrent la disposition à s'en servir*. Et pourquoi pas le plaisir ? Plaisir de s'étonner, disposition à se poser des questions et à en faire part... Si chaque objectif possède ainsi une double face d'instrument et d'attitude, on s'écarte de leur définition strictement comportementale pour réintégrer leur dimension "mentaliste". Les comportements méritent toujours d'être spécifiés, mais ils sont davantage les indicateurs d'un nombre fini d'objectifs plus généraux, que les objectifs eux-mêmes.

Cette évolution progressive m'a permis d'apprendre à combiner une analyse aussi rigoureuse que possible de la visée d'apprentissage à moyen terme,

avec une souplesse dans les cheminements pédagogiques à court terme. C'est-à-dire à ne pas confondre définition des objectifs et programmation didactique. L'introduction de la notion d'objectif-obstacle par Jean-Louis Martinand m'a d'ailleurs beaucoup aidé à formaliser cette distinction, en même temps qu'elle propose une façon de réintroduire les objectifs comme un véritable organisateur des décisions didactiques, ce que ne font pas les taxonomies, impuissantes à guider la sélection après avoir systématisé la pulvérisation.

C'est par le biais de la conception d'une Collection coordonnée de manuels de biologie et de physique (5) qu'avec une équipe d'amis, j'ai pu tenter d'associer ces deux aspects, le libertaire et le rationaliste, dans un outil de travail destiné aux élèves. Le succès n'a certes pas été phénoménal (!) mais la tentative nous a prouvé que le pari était tenable. L'obstacle principal est ici celui de la formation des enseignants, désemparés par un manuel qui ne suit pas la succession des cours...

La présentation de cette évolution de ma problématique (probablement bien reconstruite elle aussi) explique pourquoi, si je lis avec grand plaisir les analyses de Philippe Meirieu sur l'évolution des pédagogies de groupe (ce qui me replonge dans bien des débats encore présents dans ma mémoire), je crois n'avoir pas personnellement été trop tenté par ce qu'il nomme les dérives productiviste et fusionnelle (6). Je reconnais bien ces dérives pour les avoir vu fonctionner, mais sans avoir été excessivement sensible à leurs charmes. Autant dire que je n'ai pas eu besoin, dans la période récente, de me "reconvertir aux connaissances" ! Si j'ai longtemps oeuvré dans la perspective du travail autonome des élèves (ce que je ne renie nullement), c'est dans une optique très éloignée des débats sur la non-directivité, qui me revenaient toujours aux oreilles. Et l'analyse de Daniel Hameline constatant l'impasse de la non-directivité comme méthode pour mieux la fonder comme attitude a été pour moi un moment particulièrement éclairant (7).

Cet itinéraire le montre, c'est clairement par l'innovation que je suis venu à la recherche. Et cela s'est fait progressivement puisque je suis entré à l'INRP en 1978, après y avoir été détaché à mi-temps pendant plusieurs années. Pour transposer ce que je viens de dire, c'est l'innovation qui m'a construit une *attitude de recherche*, une "disposition" intérieure à examiner mes projets, mes pratiques, pour les conduire à un terme communicable. J'ai déjà dit que l'innovation m'a appris à écrire sur mes pratiques, à avoir le souci de ne pas perdre ce qui a été fait, et c'est je crois ce souci qui m'a durablement orienté vers la recherche. Si j'ai cherché à emporter la conviction, à défendre certaines "lignes" pédagogiques de façon engagée (sur les objectifs, sur le travail autonome notamment), je crois avoir eu le souci de ne pas (trop) fantasmer mes intentions en résultats, mais de décrire sans déformation militante excessive, les résultats obtenus et les problèmes posés (8).

Cela explique, au fond, pourquoi je suis aujourd'hui si attaché à l'aspect participatif des recherches, à l'interactivité forte entre enseignants et chercheurs. Je ne sais que trop quel est le bénéfice personnel de ces situations bipolaires, enracinées dans l'action mais non aveuglées par elle, pour me laisser fasciner par les recherches "dures", quel que soit le prestige difficilement résistible de celles-ci. Je vois clairement à quels appauvrissements cela me conduirait.

De tout cela me vient l'idée d'une conduite de recherche à "double étage", de réécritures successives des données recueillies pour parvenir à une plus grande fiabilité. bref de ce que j'ai développé dans un récent article de la *Revue Française de Pédagogie* et que je ne reprends pas ici (9).

Alors, je soutiens tranquillement qu'il est possible, par des méthodes participatives n'ayant pas une très grande rigueur formelle a priori, de parvenir à des connaissances didactiques suffisamment stables et assurées, n'ayant pas trop à rougir devant ce que produisent les approches plus instituées (10). J'essaie aussi de dire - mais quelquefois de façon inutilement trop défensive - que les méthodologies "dures", quand elles se veulent exclusives en viennent à oublier la part de valeurs qui les pétrit inévitablement. Ce qui renforce la part idéologique de leur projet, laquelle ne fonctionne que plus efficacement à l'état masqué.

Je tente modestement de montrer ce que peuvent produire des méthodologies souples, suffisamment attentives aux réactions des enseignants associés et à leurs projets, sans se fondre dans leur approche ni se faire leur porte parole. J'ai conscience que, dans ce balancement entre les praticiens et les chercheurs, j'ai tendance à parler à chacun le langage de l'autre sans pourtant m'y identifier. Certains jours, je me dis que je perds peut-être sur les deux tableaux et qu'il serait plus confortable de "choisir son camp" une bonne fois pour toutes... Et peut-être évoluerai-je sur ce point ? Mais le doute cède à d'autres moments : par exemple, j'observe ces temps-ci la diversité des réactions face à notre dernier rapport de recherche sur les représentations des élèves face aux concepts d'écosystème et d'énergie et sur la construction progressive de ceux-ci au cours de la scolarité (11). Et je vois que les réactions sont en fait contrastées chez les deux types d'interlocuteurs. "Côté chercheurs", je vois bien les réticences face à notre appareillage méthodologique multiforme (qui est un choix !) mais je sais aussi que ce travail sert pour faire analyser des situations didactiques par des étudiants. "Côté praticiens" (y compris chez les enseignants ayant participé à la recherche), j'entends bien les critiques - même amicales - sur le caractère trop abstrait, trop ésotérique, trop jargonnant du rapport de recherche ("sommes-nous des "néologues" ?" écrivait récemment l'un d'eux) mais j'observe simultanément d'autres réactions. Notamment de ceux qui ont participé à nos stages, lu les comptes rendus intermédiaires, travaillé dans tel sous-groupe... mais qui ne disposaient pas, malgré tout, d'une vue d'ensemble suffisante sur ce que nous faisons. Et qui nous disent que cette lecture leur a remis en ordre différentes idées insuffisamment organisées les unes par rapport aux autres, leur a structurées des choses qu'ils avaient ressenties même s'ils ne les auraient pas formulées ainsi. Je fais même l'hypothèse (prétentieuse, peut-être) que nous avons permis à certains enseignants de mieux comprendre la signification de ce qu'ils avaient fait mieux qu'ils n'y parvenaient eux-mêmes faute d'un recul suffisant. Je crois personnellement beaucoup à la nécessité de ces productions intermédiaires qui permettent des passages intellectuels, qui conduisent à la lecture de choses qui ne l'auraient pas été sans ce processus, qui peuvent constituer des médiations avec le savoir fondamental en sciences humaines... mais aussi stimuler l'approfondissement des concepts scientifiques enseignés (en les dégageant de la "gange" qui en masque souvent la structure). Je pense, avec André de Peretti, que les recherches en éducation (au moins certaines d'entre elles, sans aucune exclusive) ne doivent pas "se confiner dans des dispositifs exorbitants et sophistiqués, à l'écart des con-

ditions réelles d'exercice de la pédagogie" (12). Et que celles qui procèdent ainsi ne sont pas des recherches de seconde zone, plus ou moins "appliquées". Pas plus obsédées que les autres en tout cas par le souci oppressant de l'utilisation pédagogique immédiate. D'autant plus obligées de préciser leurs fondements théoriques qu'elles ne peuvent se réfugier derrière un cadre technique qui en tienne lieu. La lecture récente de Georges Devereux me confirme à quel point la crispation sur les dispositifs méthodologiques (souvent considérés hors de leur fonctionnement), l'accroissement excessif de l'écart entre l'observateur et l'observé, sont d'abord le signe d'une défense contre l'angoisse *avant* d'avoir des fondements strictement scientifiques (13). Il défend l'idée que les résultats en sciences humaines sont souvent meilleurs si l'on peut intégrer dans le processus de recherche, et *pour mieux la situer*, la part de subjectivité du chercheur. Au lieu de la nier. Le conflit qu'éprouve l'observateur, du fait qu'en étudiant des sujets humains, il s'étudie inévitablement lui-même, n'exige pas, dit-il, des manœuvres défensives, mais un contrôle et une exploitation conscients et rationnels de ce fait irréductible.

Jean-Pierre ASTOLFI

## NOTES

- (1) On se reportera par exemple à la thèse d'Annie BIREAUD : *Le collège audiovisuel de Marly-le-Roi, une innovation en technologie éducative* : 1963-1970. Etude historique. Thèse de 3ème cycle. Université Paris XIII, 1979.
- (2) J'ai résumé ces tentatives structurelles et leur histoire dans une plaquette récente de la collection "Collèges, collèges..." : *Groupements différenciés d'élèves*. 1 : Structures de l'emploi du temps. Paris, INRP, 1983.
- (3) Jean-Pierre ASTOLFI, Anne COULIBALY, Victor HOST.- *Biologie (initiation expérimentale) en 6e et 5e dans les CES expérimentaux*. Paris : INRP, 1972. (Collection Recherches Pédagogiques ; 55.)
- (4) Je pense par exemple au livre de Mirko GRMEK qui m'a beaucoup marqué : *Raisonnement expérimental et recherches toxicologiques chez Claude Bernard*. Genève : Paris : Droz, 1973, et aux commentaires que nous en firent mes amis Gabriel Gohau et Guy Rumelhard.
- (5) Collection CEDIS.- *Physique et Biologie, niveaux 6ème et 5ème*.- Paris : Eugène Belin, 1977-1978. Je pense aussi sur ce point au *Fichier d'auto-contrôle en Biologie*, réalisé au Collège de Marly-le-Roi, avec Nicole BEAUCHAMP, Claude BORGEL et Yvette GINSBURGER-VOGEL.
- (6) Philippe MEIRIEU.- *Itinéraire des pédagogies de groupe*.- Lyon : Chronique sociale, 1984.
- (7) Daniel HAMELINE.- *Liberté d'apprendre. Situation II*.- Paris : Ed. Ouvrières, 1977.
- (8) Je pense par exemple au film du CNDP réalisé en 1975, intitulé *Enseignement scientifique et travail autonome* (27 mn).

(9) Il s'agit de mon article pour la rubrique *Carrefour chercheurs-praticiens* intitulé "Produire des connaissances didactiques fiables et/ou des outils de formation ?". *Revue Française de Pédagogie*, n° 69, 1984.

(10) J'ai tenté récemment une présentation synthétique de l'ensemble des publications de notre groupe depuis son origine, dans le premier numéro des nouvelles *Annales de didactique des sciences* publiées par l'Université de Rouen.

(11) Equipe de recherche ASTER.- *Procédures d'apprentissage en sciences expérimentales*.- Paris : INRP, 1985.- (Collection Rapports de recherches ; 3.)

(12) André de PERETTI.- *Du changement à l'inertie*.- Paris : Dunod, 1981.

(13) Georges DEVEREUX.- *De l'angoisse à la méthode*.- Paris : Flammarion, 1980.