

LA RÉFÉRENCE ET L'OBSTACLE

Jean-Louis Martinand

Je cède, avec appréhension, à l'insistance de Jean Hassenforder : je ne suis pas bien convaincu de pouvoir transmettre par l'écrit ce que mon expérience peut éventuellement avoir d'utile. Mais il n'est pas convenable de se dérober : notre milieu a besoin de se connaître lui-même, et je ne peux cacher l'intérêt que j'ai éprouvé à la lecture des itinéraires précédemment parus ; j'accepte le devoir de réciprocité.

Circonstances

Peut-être faut-il dès l'abord dire un mot sur la posture qui me semble être la mienne depuis ma "reconversion" dans la recherche et l'intervention en éducation et culture scientifiques et technologiques. Les circonstances m'ont amené au départ à participer à une aventure de rénovation éducative en sciences physiques et technologie ; inventer ou adapter, essayer, évaluer des projets : voilà des tâches qui rappellent celles de l'ingénieur, plus que celles du physicien. Lorsqu'on cherche à les accomplir, dans toutes leurs dimensions, en assumant les responsabilités sociales qu'elles comportent, l'attitude est celle d'un ingénieur-conseil. L'esprit de recherche peut cependant se faufiler lorsqu'on veut garder la maîtrise intellectuelle du projet : visée de mise à jour des possibles, et non restreinte à l'actualité d'un projet, point de vue critique et non apologetique, construction des concepts pour penser au-delà de la réalisation. Telle est l'ambition.

Itinéraires de recherche

Perspectives documentaires en éducation, n° 34, 1995

Enseigner

Après avoir bénéficié d'une allocation des Instituts de Préparation à l'Enseignement Secondaire à Orsay, j'ai fait seulement une année d'enseignement en lycée, à Lons-le-Saunier, où sorti de l'agrégation, je suis presque arrivé en 1967 comme "surnuméraire". Année importante qui a permis de concrétiser un projet : devenir enseignant. J'y serais resté, et sans doute serais-je aujourd'hui professeur de classes préparatoires, si d'autres opportunités ne s'étaient présentées.

Goûter à la recherche

Le Diplôme d'Études Supérieures (1966), un des derniers en sciences, m'a laissé le souvenir étonnant d'un travail "moyenâgeux" : construire un instrument (avec 10 000 points de soudure !), l'essayer, en rendre compte, taper le mémoire ... Au retour du service militaire, pendant lequel j'ai pu enseigner beaucoup de connaissances que je n'avais pas au départ, selon un principe pédagogique paradoxal ("vous enseignez mieux puisque cela vous intéresse d'apprendre"), j'ai pu revenir trois ans à Orsay comme assistant en préparation d'agrégation, tout en préparant une thèse de physique expérimentale sur les cristaux liquides. Grâce à André Guinier et Vladimir Mercoureff, j'ai pu ainsi voir ce qu'était la recherche en 70-72 dans une équipe d'expérimentateurs (Georges Durand et Madeleine Veyslié) liée à Pierre-Gilles de Gennes, dans un laboratoire dirigé par Jacques Friedel : dialogues théoriciens/expérimentateurs/techniciens, commandes de matériel, expérience de l'échec ("ça merde"), annonce des résultats dans des "lettres" ou des colloques, compétition avec des équipes étrangères.

Rénover l'enseignement

Les suites de 68 ont eu un impact profond sur l'enseignement des sciences : invention des activités d'éveil scientifique à l'école élémentaire autour de l'équipe pilotée par Victor Host à l'INRP, dans le service de la recherche dirigé par Louis Legrand ; institution d'une Commission de rénovation de l'Enseignement de la Physique et de la Technologie, sous la présidence d'André Lagarrigue, puis de Roland Omnes (tous deux d'Orsay). En septembre 72, le CNRS mettait à la

disposition de la Commission Lagarrigue un poste d'attaché de recherches, pour participer aux activités d'un groupe de travail, dirigé par Goéry Delacôte, et chargé de concevoir, essayer, évaluer des projets d'enseignement au collège sur "l'initiation scientifique et technique" (Hulin, 1992). J'ai dans ces conditions passé quatre années (avant de reprendre un poste de maître-assistant en préparation d'agrégation à l'École Normale Supérieure de Fontenay) avec des collègues de l'enseignement technique, en particulier Jean Chabal, à assurer la logistique et l'évaluation d'une initiation aux techniques de fabrication mécanique en 4ème de collège ; c'est l'origine de ce qui est maintenant une composante de la technologie au collège. A la fin de la décennie 70, le laboratoire issu de ce groupe se lança dans la production d'une série de manuels et de guides du maître pour les sciences physiques, qui venaient d'être mises au programme des collèges (collection *Libres Parcours*), suscitant une réflexion systématique sur les aides didactiques (Martinand, 1989c).

Parallèlement, j'ai eu la chance de m'insérer, avec la responsabilité des sciences physiques et de l'éducation technologique, dans les équipes INRP qui reconstruisaient l'éducation scientifique à l'école et contribuaient à la rénovation de la biologie au collège, rencontrant alors des collègues biologistes comme Jean-Pierre Astolfi ou André Giordan, des innovateurs du mouvement Freinet comme Pierre Guérin. J'ai pu ainsi contribuer à ce qui me paraît avoir été le courant théorique majeur de la didactique des sciences en France.

Conseiller

Dès la Commission Lagarrigue, certains de ceux qui sont devenus didacticiens des sciences ont joué un double rôle d'"essayers" et de "conseillers". Indifférenciés au départ, avec tous les risques que cela comporte pour l'honnêteté du débat, les deux rôles s'éloigneront de plus en plus, conduisant à distinguer nettement des fonctions de recherche, des fonctions d'expertise, et entre les deux, des fonctions d'étude. En ce qui me concerne, j'ai été sollicité pour la Commission Permanente de Réflexion sur l'Enseignement de la Technologie (84-85) sous la responsabilité de Lucien Géminard puis de Michel Combarnous. A ce titre, j'ai contribué à la définition de cette nouvelle discipline d'enseignement général, avec sa pédagogie centrée sur la réalisation collective sur projet, à la détermination de ses champs

d'activité (fabrication mécanique, construction électronique, techniques de gestion, prise en compte de l'automatisation et de l'informatisation) et de ses concepts fondamentaux. Dix ans après, je suis co-président du Groupe Technique Disciplinaire pour cette discipline.

Entre-temps, j'ai travaillé comme conseiller auprès du Conseil National des Programmes et de son premier président, Didier Dacunha-Castelle. Les discussions sur les lycées, les collèges, les "sciences expérimentales", la formation des professeurs des écoles, l'éducation à l'environnement, etc., ont débouché sur des déclarations publiques, souvent originales. Je veux profiter de cet article pour souligner que ce lieu a sans doute été celui où j'ai été le plus sollicité à la fois pour l'élaboration théorique et l'expression accessible.

Partager

Depuis 1979, d'abord autour de l'équipe de l'INRP, puis de façon autonome, un des grands rendez-vous francophones de ceux qui s'intéressent à l'enseignement et à la culture scientifiques et industrielles, se déroule chaque hiver à Chamonix. Avec André Giordan et dernièrement l'aide de Christian Souchon et Daniel Raichvarg, nous nous efforçons d'ouvrir un espace pour la rencontre et l'échange entre chercheurs, formateurs, praticiens, spécialistes (250 à 300 participants). En renouvelant chaque année le thème, nous avons évité l'enfermement dans un fonctionnement de chapelle pédagogique ou de pseudo-colloque de science "dure" ; certes, les Actes charrient du bon, du naïf, du répétitif et même parfois de l'inconsistant, mais la collection (seize volumes aujourd'hui) explore un grand nombre de questions (sauf "les femmes et la science", question pour laquelle nous ne sommes pas encore parvenus à construire une problématique dans l'espace francophone !) : jeunes chercheurs et innovateurs y trouvent une foule d'idées, de témoignages et de références.

Défricher

Le Laboratoire Interuniversitaire de Recherche en Éducation Scientifique et Technologique (LIREST) a pris la suite du Groupe de Travail pour le collège de la Commission Lagarrigue. Goéry Delacôte, son fondateur, m'a demandé de le remplacer en 1984. Il n'est pas possible de citer ici tous les scientifiques, didacticiens, psychologues,

pédagogues qui ont travaillé au LIREST. La dernière période a été marquée par une restructuration profonde du laboratoire : éclatement entre trois groupes d'établissement ; extension à la didactique de la biologie, aux travaux sur l'histoire de la diffusion des sciences et sur les pratiques de médiation en vulgarisation, exposition et animation ; corrélativement, rétraction du noyau originel en sciences physiques. J'ai plus particulièrement travaillé avec différentes équipes thématiques comme celles sur l'enseignement et l'apprentissage des modèles et celle sur la didactique des disciplines technologiques. J'ai passé beaucoup de temps à aider les doctorants pour leur thèse et surtout les collègues postdoctorants pour leur Habilitation à diriger des recherches.

J'ai essayé d'orienter le laboratoire de telle façon que sa contribution à la recherche soit originale et vraiment nouvelle, au risque d'apparaître au moins un moment comme décalée : arrêt des travaux sur les représentations (que nous avions initiés en sciences physiques mais que d'autres équipes peuvent poursuivre), évitement de la mode du "changement conceptuel" (au sens anglo-saxon) alors que Langevin, Wallon, Piaget, Bachelard et Canguilhem ont laissé des traces anciennes et profondes, accent sur l'étude de la construction des concepts formels et des modèles, sur les processus de résolution de problème, intérêt pour les aspects développemental, curriculaire ou pédagogique. Dans la dernière période, les Actes du séminaire de didactique des disciplines technologiques de Cachan (avec Alain Durey), les livres de Gérard Lemeignan et Annick Weil-Barais (Lemeignan et Weil-Barais, 1993), de Monique Goffard (Goffard, 1994), les rapports de recherche sur la modélisation sont des illustrations de ces travaux.

Former

Depuis 1985, sous une appellation ou une autre, une formation doctorale de didactique des sciences et des techniques a produit régulièrement, dans la région parisienne de 15 à 20 DEA, et 4 à 8 thèses par an. J'y ai fait dès le début un cours sur les concepts utilisés en didactique, dans les registres épistémologique, psychologique et pédagogique. Le but est d'aider les étudiants à se doter des outils intellectuels pour construire leur problématique. C'est un enseignement difficile, car les scientifiques en reconversion ont du mal -et cer-

tains n'y parviennent jamais- à comprendre que chercher à reproduire dans la recherche en éducation ce qui a fait le succès des sciences expérimentales fait l'impasse sur la complexité et surtout sur les caractéristiques d'acteurs de nos "objets" d'étude. Mais c'est un enseignement qui m'a permis de rentrer en contact avec de nombreux collègues, à essayer de comprendre leur pensée, de les aider à élaborer leur projet. J'ai par ailleurs toujours gardé des interventions en formation initiale et continue des enseignants (CAPES, agrégation) et des formateurs d'enseignants (formateurs d'IUFM) : sans qu'il s'agisse à proprement parler de diffuser les résultats de la recherche, ce sont des lieux stratégiques pour les échanges à double sens entre les pratiques et les recherches.

Comprendre

Il est impossible de taire les influences intellectuelles. Je suis venu à la didactique avec une certaine connaissance de G. Bachelard et de J. Piaget ; ils n'ont cessé de m'inspirer, ainsi que H. Wallon. Dans le champ pédagogique, le petit ouvrage de Louis Legrand *Pour une pédagogie de l'étonnement* (Legrand, 1969) a marqué un moment fort de ma réflexion, comme l'enseignement d'Antoine Léon (Léon, 1965). Mais, à quoi bon citer tous les auteurs ? La dette est double : plaisir de connaître une pensée différente, appropriation de ce qu'elle apporte pour avancer dans la sienne. De ce point de vue, les sources peuvent être lointaines et peu visibles ; peut-être la lecture de Hegel pendant les loisirs de service militaire a-t-elle laissé quelques traces inattendues ...

La construction totalisante et rhétorique sur les pensées des autres, si elle peut avoir quelque intérêt pédagogique, est de peu de secours pour "l'ingénieur-conseil" : il sait bien que tout n'est pas à réinventer, mais qu'il y a des passages stratégiques à déceler, à élucider, de manière à en faire apparaître les tenants et aboutissants. Dans les circonstances que j'ai décrites, comprendre a le plus souvent été lié, indissolublement, à l'élucidation de ces points de décisions, de ces processus de mise en œuvre. Très souvent, manquent les concepts pour dire ce qu'on fait, ce qui peut se faire, ce qui se passe, ce que cela signifie. Manquent aussi les données empiriques qui permettent de préciser les choses. Alors s'ouvre un espace où une recherche, de type technologique, voire scientifique, peut se développer, à condition que

“l’ingénieur-conseil” en ressent le besoin et en ait le goût. C’est là que se situent mes contributions.

Contributions

La notion de pratique de référence

Lors de ma participation à la conception, l’essai et l’évaluation de nouveaux enseignements pour les collèges dans le cadre de la commission Lagarrigue, le projet le plus important et peut-être le plus novateur auquel j’ai contribué concernait une initiation aux techniques de fabrication mécanique en classe de 4^{ème}. Il s’agissait de faire construire par des groupes d’élèves des objets techniques complexes (compresseur, moteur électrique, changeur de monnaie), avec du matériel varié, et ce faisant de leur faire connaître quelques grandes techniques de fabrication et de les amener à réfléchir à l’organisation productive, ou au fonctionnement de machines-outils.

C’est pour apprécier de façon précise et analytique les différences entre les activités et les moyens de la classe, et les pratiques industrielles dont nous souhaitions donner une image “authentique” que j’ai été conduit à proposer en 1981 la notion de **pratique de référence** et surtout à réfléchir plus généralement sur la question de la référence des activités scolaires dans les différents domaines. Il y avait là, d’une part, une attitude polémique envers ceux qui n’arrivent à penser les disciplines scolaires qu’en termes de savoirs discursifs (“les textes du savoir”), et d’autre part, une exigence de pouvoir prendre des décisions pour fixer les orientations, au-delà des fins proclamées, sur les tâches, les problèmes, les moyens intellectuels et matériels, les rôles sociaux en jeu dans les classes.

Il en résultait à la fois une convergence avec le thème de la transposition didactique réinsufflé au même moment en didactique des mathématiques, et une différence radicale de points de vue : alors que je souhaitais interroger les savoirs, où qu’ils se trouvent et donc aussi les savoirs “scientifiques” et “savants” et que je souhaitais penser les dynamiques d’activités scolaires non immédiatement liées à des apprentissages comme des réalisations sur projet technique, dans une perspective de conception d’enseignements nouveaux, le point de vue de la transposition cherchait à caractériser des mécanismes de trans-

formation d'un savoir savant à un savoir enseigné. La confrontation entre les deux points de vue a été permanente depuis 1983 (Martinand, 1989b).

Plus récemment, la même préoccupation a trouvé à l'École Normale Supérieure de Cachan un lieu pour élucider la structure et les modes de fonctionnement des disciplines technologiques (séminaire de didactique des disciplines technologiques, à partir de 1990) et se donner les moyens intellectuels d'intervenir sur l'évolution des disciplines scientifiques et techniques. Parallèlement, les problèmes de conception de la formation des maîtres de l'enseignement secondaire ont été étudiés (Martinand, 1994), à la lumière des notions de référence et de technicité : l'enjeu en est de penser la didactique-formation avec des concepts de la didactique-recherche, sans confondre ce travail avec la diffusion des concepts didactiques dans la formation.

L'accueil de la notion de pratique de référence a été rapide, au moins dans certains milieux, figurant même dans les programmes de technologie quatre ans après son apparition. Mais je dois avouer que la radicalité que je lui accorde, et surtout la généralité de la question de la référence à laquelle elle n'est qu'une réponse possible, ont rarement été reprises : cela conduit peut-être à changer les points de vue plus qu'il n'est acceptable par chacun.

La notion d'objectif-obstacle

C'est en même temps que la notion de pratique de référence que j'ai été amené à proposer celle d'**objectif-obstacle** en 1982. Elle est née dans le double milieu du Laboratoire Interuniversitaire de Recherche en Éducation Scientifique et Technologique et de l'Équipe Sciences Expérimentales de l'INRP. Elle est liée aux réflexions sur les différents modes d'activités didactiques qui peuvent être développés pour organiser des activités scientifiques ou techniques (Martinand, 1983) et aux instruments qui en permettent le contrôle et la régulation. Contrairement aux tendances habituelles des innovateurs, et même des chercheurs, qui tendent à promouvoir une "méthode" en critiquant les autres, ou en les ignorant, les équipes de l'INRP ont très tôt élaboré un modèle composite des modes d'activité.

Ainsi, alors que les didacticiens français des mathématiques proposaient une "théorie des situations", qui suppose que tout apprentis-

sage exige une résolution de problème et doit passer par une série ordonnée de phases, les didacticiens des sciences à l'école primaire, rejoignant les spécialistes de la formation des adultes, cherchaient les conditions de cohérence entre finalités, modes d'intervention, moyens didactiques, tâches des apprenants, styles pédagogiques, en définissant des "types idéaux" : activités "fonctionnelles", investigation autonome, apprentissages systématiques.

Dans cette perspective, qui n'est donc rattachable ni à une théorie des situations, ni à une pédagogie par objectifs, qui n'est pas réductible non plus à une pédagogie "constructiviste" à la mode d'aujourd'hui, il y a besoin pour les enseignants d'outils de pilotage. Or, dès le début des années 70, l'impasse que constitue un outil comme une taxonomie d'objectifs-capacités apparaissait clairement : alors qu'ils étaient déjà trop émiettés pour être utilisés par les maîtres au cours de l'enseignement, tout essai d'amélioration aboutissait à une multiplication. Pourtant, le "mouvement des objectifs" a apporté des acquis fondamentaux qui ne peuvent être récusés aujourd'hui ; je les reformulerai de la manière suivante :

- caractérisation des visées du point de vue de l'apprenant et non l'enseignant,
- distinction entre chemin d'apprentissage et "produit" de celui-ci,
- objectivation des résultats de l'apprentissage avec des critères comportementaux.

Dès lors, le problème à la fois pratique et théorique peut être posé ainsi : quelle nouvelle conception des objectifs peut leur redonner une maniabilité, une spécificité, qu'ils ont perdues dans la conception assez "totalitaire" des objectifs-capacités ?

En fait, la réflexion, de manière peut-être paradoxale, s'est d'abord arrêtée à l'idée d'objectif possible. Mais d'une part cette idée rompait avec l'illusion que tout découlait des objectifs, comme si les maîtres n'avaient pas à côté des objectifs d'autres moyens "déjà là" qui orientent leur enseignement (représentations des activités, outils pédagogiques) ; d'autre part, elle faisait apparaître le rôle spécifique majeur des objectifs qui est d'aider à prendre une décision sur les orientations d'apprentissage qui peuvent être privilégiées dans une situation donnée, et donc pas seulement à "habiller" un objectif fixé avec une situation d'apprentissage. Ce qui est en jeu ici c'est la capacité de penser et de réguler des situations de curriculum ouvert ("projet",

"stage", "recherche" ...), qui sont assez fréquentes dans toutes les disciplines qui ne sont pas définies avant tout par une liste de compétences à atteindre.

Cette réflexion sur les objectifs, dans une perspective pragmatique, a finalement abouti d'abord à la distinction des objectifs (qui orientent les interventions enseignantes en vue de faire progresser les apprentissages) et des indicateurs d'évaluation (dont la formulation est analogue à celle des objectifs-capacités opérationnels), et surtout à la proposition de caractériser les objectifs en termes d'obstacles. Les essais montrent bien alors que le nombre d'objectifs diminue très fortement, car il n'y a en sciences et en technologie pas tant d'obstacles franchissables à un moment donné du parcours éducatif (Martinand, 1986).

J'ai depuis été surpris de l'accueil en général assez favorable de la notion d'objectif-obstacle, mais aussi de sa récupération-dénaturation dans des cadres pédagogiques réducteurs : rattachement à une pédagogie de la résolution de problème sur obstacle, ce qui est possible, mais limité ; ou banalisation de l'idée d'obstacle qui a un sens fort depuis Bachelard en sciences. Pour moi, il s'agit d'un concept dialectique qui travaille en "tension" et la notion d'objectif et la notion d'obstacle. De ce point de vue, il met en relation la sphère des décisions pédagogiques rationnelles et celle des connaissances sur les difficultés spécifiquement scientifiques des apprenants : il a donc vocation à occuper une place centrale dans la didactique des sciences. Mais il peut être généralisé, et de nombreuses disciplines l'utilisent aujourd'hui.

L'enseignement et l'apprentissage de la modélisation

Ces dernières années, une part très importante du programme collectif de recherche du LIREST a été consacrée à l'enseignement et à l'apprentissage de la **modélisation** et de l'objectivation en sciences et en technologie. C'est un programme qui remonte loin. (Martinand et al., 1992 et 1996).

J'ai toujours été frappé en effet, comme ancien physicien expérimentateur, de la faible place qu'occupe la part expérimentale de la science et même de la technique dans la réflexion épistémologique et dans les recherches didactiques. Certes, on admet bien que les concepts ont un "réfèrent", mais sans épaisseur : une des premières

thèses du laboratoire, celle d'Alain Durey qui portait en partie sur l'impact des pannes de matériel sur la pratique des maîtres, n'a pas eu de suites depuis quinze ans.

C'est à propos de l'enseignement d'un concept relativement simple, mais formel et même théorique, celui d'élément chimique, que j'ai introduit la notion de référent empirique, c'est-à-dire l'ensemble des objets, phénomènes et procédés pris en compte - par expérience directe ou par évocation - et des premières connaissances d'ordre pratique qui leur sont associées. En fait, j'ai "exploité" le problème de la réaction chimique et de la théorie qualitative de la conservation de l'élément chimique comme opportunité pour mettre en valeur la distinction entre deux registres essentiels et constitutifs en sciences expérimentales et technologie "matérielle" (par opposition aux mathématiques qui peuvent être considérées comme une "technologie idéale") : le registre de la familiarisation pratique avec des objets, des processus, des procédés, des rôles (référent empirique) et le registre des élaborations intellectuelles (concepts, modèles, théories) (Martinand, 1986).

On a là le point de départ d'un schéma que nous avons utilisé pour analyser des activités de modélisation, c'est-à-dire de "bricolage" et d'utilisation de modèles de l'école élémentaire au lycée, en physique, chimie et biologie (Martinand et al., 1992 et 1994). En même temps, la mise en évidence de l'importance du "référent empirique" nous a incités à explorer les démarches qui le constituent : première conceptualisation (par exemple en chimie qui pose un problème difficile, car les objets manipulés ne "portent" pas le "sens chimique", qui s'intéresse aux substances et aux interactions entre substances), mesurage, comparaisons lorsque le mesurage n'est pas possible (par exemple pour les saveurs et les odeurs). La construction rationnelle de l'objectivation est en réalité une fin négligée de l'éducation scientifique actuelle.

Au-delà, nous avons ouvert un champ de recherches didactiques dont nous apprécions encore mal les limites : démarches et guidages pour la modélisation, relations entre description, conceptualisation, symbolisation, modélisation. Les problèmes de recherche sont à la fois épistémologiques, psychologiques et pédagogiques : épistémologiques, parce que l'épistémologie intéressée au "front" de la recherche scientifique ou à son histoire ne fournit pas les outils adéquats (voir cependant Cassirer, 1910, Guillaume, 1968, 4e ed., ou

Deforge, 1981) ; psychologiques, parce qu'on a affaire à des mutations de la représentation et de l'explication qui demandent du temps et des aides que seule une perspective développementale permet d'étudier ; pédagogiques enfin parce que la visée d'appropriation des démarches de modélisation conduit à une réflexion sur le curriculum, ses procédures de médiation et ses "figures de développement" au cours de la scolarité.

Modélisation, objectivation, médiation, tels sont les trois thèmes qui orientent aujourd'hui les recherches du laboratoire, en éducation formelle et informelle, et dans la triple perspective de recherches didactiques empiriques "de terrain", de recherches historiques sur la diffusion et l'enseignement, d'élaborations théoriques enfin.

Récurrentes

Dans le territoire des recherches didactiques, mon parcours m'a surtout fait traverser les régions de la recherche curriculaire. Certes, je n'ai pas méconnu, j'y ai même un peu participé, et en tout cas j'ai soutenu les travaux sur les représentations des choses et des phénomènes, sur l'appropriation des concepts, sur les raisonnements et stratégies en résolution de problème, sur l'image de la science et des scientifiques : trois thèmes qui sont privilégiés par les didacticiens qui ont de la recherche didactique une conception "scientifique", visant avant tout la production de connaissances reproductibles, objectives et communicables. Mais je suis pour ma part moins préoccupé par cette aspiration à la "scientificité".

Cela ne veut pas dire que les exigences intellectuelles passeraient derrière celles de l'action, que l'élucidation des déterminations et des implications de la décision pourrait se satisfaire des facilités de l'intuition : ouvrir et argumenter des possibles, permettre aux acteurs de mieux situer leurs interventions, ne sollicite pas moins d'élaboration conceptuelle que la connaissance désintéressée. En didactique à notre époque, c'est même l'inverse qui est vrai : les progrès conceptuels sont le plus souvent liés aux efforts de rénovation, et non à des exercices rhétoriques de synthèse sur des données empiriques disparates et des références théoriques contradictoires.

Parmi les thèmes de réflexion que j'ai ainsi coupés et recoupés tout au long des vingt dernières années, j'aimerais insister sur quatre d'entre eux qui me paraissent importants.

La notion de discipline

Associé dès le départ à des "créations" disciplinaires (activités d'éveil scientifiques, à l'école élémentaire, 1973, 1978, 1980, sciences physiques et technologie au collège), ayant eu encore récemment à rédiger des textes d'orientation "politique" sur les sciences expérimentales ou la technologie (Martinand, 1992, 1993, et 1994b), j'ai très tôt éprouvé le besoin de mieux connaître et comprendre la formation, l'évolution, la structure, le fonctionnement, les interrelations des disciplines diverses dont j'ai eu à m'occuper, leur rapport aux disciplines académiques, aux pratiques sociales économiques ou culturelles. Les idées de didactique et de discipline sont profondément solidaires. On voit même aujourd'hui, dans le domaine de la formation professionnelle au travail, des recherches didactiques qui, à l'insu des commanditaires, tendent à créer des disciplines là où l'on ne souhaitait au départ que renforcer et améliorer la fonction formation dans le cadre des activités professionnelles.

Le point de vue comparatif

On ne peut qu'être frappé par l'enfermement myope et inconscient de nombreux didacticiens dans les particularités actuelles de la discipline scolaire qu'ils étudient. En même temps, la généralisation à d'autres didactiques de discipline des concepts de la didactique des mathématiques me paraît être un danger majeur : comme discipline scolaire, les mathématiques sont en effet assez exceptionnelles, et certainement pas le type idéal vers lequel tendent ou devraient tendre toutes les autres. A l'intérieur du vaste domaine des sciences expérimentales et des disciplines technologiques, les particularités sont très fortes, liées aux objets, aux points de vue, à l'état de développement, au contexte d'enseignement (niveaux, filières). C'est pourquoi j'ai cherché, avec toute la fermeté nécessaire lorsque je sentais des résistances, à développer des recherches qui s'appuient sur les spécificités des disciplines comme en chimie et en technologie, en repoussant ce qui tend à les rapprocher trop tôt de la physique. C'est pourquoi aussi, si je n'ai jamais rencontré en recherche d'objet pour une "didactique générale", j'ai par contre cherché à promouvoir les comparaisons systématiques selon les disciplines, les niveaux, les filières, les pays, les époques. Dans la dernière période, les collaborations avec

les didacticiens de l'éducation physique et sportive ont été très fructueuses. Et l'étude du sens que peuvent prendre les notions d'erreur, de représentation, de compétence, etc., dans les différents contextes disciplinaires, l'analyse des structures des "matrices des disciplines" et de leurs lignes d'évolution est bénéfique pour tous (Desvé et al., 1993).

La multiréférentialité scientifique

En didactique des sciences et des techniques, l'idée est fort répandue, qu'avec une bonne épistémologie et une bonne psychologie, ou pour être plus à la mode avec les "sciences cognitives", on peut régler tous les problèmes. C'est un peu vite oublier que "l'intelligence du social" est aussi bien nécessaire lorsque les "objets" de recherche sont des humains dans l'expression de leurs spécificités humaines. C'est aussi oublier que l'épistémologie pour la didactique n'est pas indépendante, mais pas non plus identique à l'épistémologie critique ou historique de la recherche scientifique, et que la psychologie des acquisitions conceptuelles s'occupe bien rarement des concepts formels et des raisonnements qui sont dans les programmes d'enseignement. Bref, parmi les didacticiens, la culture en épistémologie, en psychologie, en sociologie, en pédagogie est nécessaire, les emprunts méthodologiques sont permanents. Mais la problématisation ne peut être que didactique ; multiréférentialité scientifique et responsabilité problématique me paraissent devoir être au fondement de la recherche didactique. C'est bien là l'origine de sa difficulté majeure... Construire la problématique demande en effet des concepts, pour poser les questions ; faute de réflexion, on a souvent l'impression d'un "bouclage" chez certains didacticiens : afin de penser les problèmes de la didactique de leur discipline, et pour échapper à l'absorption dans une des sciences humaines, ils font appel aux concepts de cette même discipline ; à la limite, par exemple, l'épistémologie de la didactique de la biologie pourrait être la biologie elle-même...

Rôles et parcours

Comme discipline de recherche, la didactique n'est pas seulement complexe et difficile. Tous les didacticiens connaissent les risques qu'ils ont pris en s'orientant vers ce terrain de recherche. Assumer dans leurs différences, voire leurs contradictions, des rôles tout de

même solidaires d'enseignant ou de formateur, d'expert ou d'innovateur, et de chercheur n'est pas facile. Les demandes "sociales", les exigences "scientifiques" sont variables, et rendent instable le statut de la didactique comme discipline de recherche.

D'autant que la didactique n'est pas, pour des raisons essentielles et non de jeunesse, une discipline "autoreproductrice". Une équipe de recherche en didactique comme le LIREST est composée à un moment donné du croisement de parcours divers (chercheurs universitaires "reconvertis", enseignants travaillant sur leur pratique, spécialistes de sciences humaines intéressés) : elle est donc en mouvement permanent. En assumer la responsabilité est d'autant plus passionnant.

Jean-Louis MARTINAND

*Professeur des Universités
École Normale Supérieure de Cachan*

Références bibliographiques

- ASTOLFI, J.-P. (1992). *L'école pour apprendre*. Paris : ESF, 205 p.
- ASTOLFI, J.-P. et al. (1977). *Quelle éducation scientifique pour quelle société ?* Paris : PUF, 229 p.
- CASSIRER, E. (1910, trad. française 1977). *Substance et fonction-éléments pour une théorie du concept*. Paris : Éditions de Minuit, 429 p.
- DEFORGE, Y. (1981). *Technologie et génétique de l'objet industriel*. Paris : Maloine, 196 p.
- DESVÉ, C. et al. (1993). *Guide bibliographique des didactiques*. Paris : INRP, 317 p.
- DEVELAY, M. (1992). *De l'apprentissage à l'enseignement*. Paris : ESF, 163 p.
- GIORDAN, A. et DE VECCHI, G. (1987). *Les origines du savoir*. Neuchatel ; Paris : Delachaux et Niestlé, 214 p.
- GOFFARD, M. (1994). *Le problème de physique et sa pédagogie*. Paris : ADAPT, 79 p.
- GUILLAUME, P. (1968, 4e ed.). *Introduction à la psychologie*. Paris : Vrin, 380 p.
- HULIN, M. (1992). *Le mirage et la nécessité ; pour une redéfinition de la formation scientifique de base*. Paris : Presses de l'ENS et Palais de la Découverte, 373 p.
- LEGRAND, L. (1969). *Pour une pédagogie de l'étonnement*. Neuchatel ; Paris : Delachaux et Niestlé, 135 p.
- LEMEIGNAN, G. et WEIL-BARAIS, A. (1993). *Construire des concepts en physique*. Paris : Hachette, 218 p.

- LEON, A. (1965). *Formation générale et apprentissage du métier*. Paris : PUF, 395 p.
- MARTINAND, J.-L. (1983). La référence et le possible dans les activités scientifiques scolaires. In TIBERGHIEU, A., ed. *Recherches en didactique de la physique*. Paris : Éditions du CNRS, p 227-249.
- MARTINAND, J.-L. (1986). *Connaître et transformer la matière*. Berne : Peter Lang, 322 p.
- MARTINAND, J.-L. (1989a). Des objectifs-capacités aux objectifs-obstacles. In BEDNARZ, N. et GARNIER, C., eds. *Construction des savoirs, obstacles et conflits*. Ottawa : Agence d'ARC, p. 217-227.
- MARTINAND, J.-L. (1989b). Questions actuelles de la didactique des sciences. In GIORDAN, A., ed. *Psychologie génétique et didactique des sciences*. Berne : Peter Lang, p 93-105.
- MARTINAND, J.-L. (1989c). Les manuels de sciences, contradictions et fonctions. In GIORDAN, A. et MARTINAND, J.-L., eds. *XI Actes des Journées Internationales sur l'Éducation Scientifique. Les aides didactiques*, p. 47-52. Paris : UF Didactique, Université Paris 7.
- MARTINAND, J.-L. (1992). Enjeux et ressources de l'Éducation Scientifique. In *Actes des XIVe Journées Internationales sur l'Éducation Scientifique. Années 2000 : enjeux et ressources*. Paris : DIRES, p 57-65.
- MARTINAND, J.-L. (1993). Histoire et didactique de la physique et de la Chimie : quelles relations ? *Didaskalia*, n° 2, p 89-99.
- MARTINAND, J.-L. (1994a). Didactique des sciences et formation des enseignants : notes d'actualité. *Les Sciences de l'Éducation*, 1994, n° 1, p. 9-24.
- MARTINAND, J.-L. (1994b). *La technologie dans l'enseignement général : les enjeux de la conception et de la mise en œuvre*. Paris : UNESCO - IIEP, 23 p.
- MARTINAND, J.-L. et al. (1983). Mesurage et initiation aux sciences physiques. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, n° 650, p. 403-448.
- MARTINAND, J.-L. et al. (1992). *Enseignement et apprentissage de la modélisation en sciences*. Paris : INRP, 266 p.

COLLECTIFS

- *Actes du séminaire de didactique des disciplines technologiques de Cachan (1990-1991, 1991-1992, 1992-1993)*. Paris : Association Tour 123.
- Activités d'éveil scientifique à l'école élémentaire
 - I - *Objectifs, méthodes et moyens (1973)*.
 - III - *Initiation physique et technologique (1975)*.
 - V - *Démarches pédagogiques en initiation physique et technologique (1980)*. Paris : INRP.