

LA DIDACTIQUE DANS LA FORMATION DES PROFESSEURS DE SCIENCES PHYSIQUES FACE AUX REPRÉSENTATIONS SUR L'ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE

Guy Robardet

Dans quelle mesure les représentations des enseignants de sciences physiques sur la science, son enseignement et l'apprentissage des élèves font-elles obstacle aux approches que propose la didactique des sciences? Dans quelle mesure sont-elles susceptibles d'être attaquées par la formation donnée en IUFM? Pour tenter de répondre à ces questions, nous avons interrogé 57 professeurs de collèges et de lycées, 47 étudiants et 103 professeurs stagiaires répartis dans quatre IUFM dont les plans de formation font apparaître des caractéristiques institutionnelles différentes vis-à-vis des approches didactiques. Cette étude nous a permis d'identifier dans les populations étudiées des rapports à la didactique très différents associés à l'existence d'une représentation sociale dominante de type empirico-réaliste que nous avons qualifiée de naturaliste. Nous avons alors tenté d'étudier, le degré de résistance de cette représentation vis-à-vis de la didactique des sciences. L'étude montre que la représentation naturaliste, peu compatible avec les approches didactiques, ne semble pas se constituer en obstacle puissant. Il apparaît, au contraire, qu'elle présente une grande sensibilité vis-à-vis des choix explicites et implicites effectués au niveau des dispositifs institutionnels de formation.

1. UNE QUESTION QUI INTERROGE LA DIDACTIQUE EN FORMATION DES MAÎTRES

la didactique
rencontre
des difficultés
en formation
des maîtres

Le travail de recherche que nous nous proposons de présenter ici concerne la formation professionnelle des futurs professeurs de lycées et de collèges de sciences physiques. Il se propose d'apporter sa contribution à l'analyse des difficultés que rencontre l'introduction de la didactique des sciences physiques dans la formation initiale donnée dans les IUFM aux futurs enseignants. Des voix se sont, en effet, parfois élevées chez les professeurs, dans les sphères de la formation des maîtres, parmi les formateurs, les étudiants, les futurs enseignants, ou parmi les responsables institutionnels de l'éducation, pour exprimer des réticences vis-à-vis des approches didactiques. Celles-ci feraient, en effet, appel à des concepts trop difficiles à comprendre, elles seraient de ce fait peu applicables en classe ou bien nécessiteraient une

grande maîtrise et une longue expérience d'enseignement pour pouvoir être appréhendées de manière efficace. Ainsi, selon les opinions précédentes, il n'y aurait pas lieu d'accorder une place trop importante aux approches didactiques dans la formation initiale des maîtres.

l'enseignement
de la physique
se heurte
à des difficultés
conceptuelles
importantes

Dans le même temps, des études concernant l'enseignement des sciences physiques concluent sur les difficultés que rencontrerait celui-ci et qui seraient dues au fait que la physique est une discipline à la fois tributaire de la réalité qu'elle se propose d'étudier et fortement structurée, autour de concepts et de lois, sous forme de théories souvent très formalisées et rationalisées par la médiation du calcul mathématique. Cela au moins en ferait, selon certains, une science d'accès difficile pour les élèves et donc difficile à enseigner. Lors d'un colloque organisé par le Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (1), le problème de l'enseignement de la physique était évoqué ainsi : *"trop abstrait, subordonné à son outil mathématique, aux programmes désuets, coupé de la physique pratiquée quotidiennement et de ses applications technologiques"*. Différentes enquêtes (cf. Boy et Muxel, 1989 ; Boyer et Tiberghien, 1989) effectuées auprès de jeunes montrent que la science et les savants bénéficient d'un capital de confiance et d'intérêt chez les jeunes tandis que l'enseignement de physique et de chimie est loin de susciter chez eux le même enthousiasme. Dans une étude très argumentée des problèmes posés par l'enseignement de la physique, Michel Hulin (1992) prend acte des difficultés importantes rencontrées dans cet enseignement depuis toujours tant en France qu'à l'étranger. Il attribue essentiellement ces difficultés à la nature même de la discipline qui se prête peu à un exposé linéaire de ses concepts, qui suppose une grande maîtrise du langage mathématique, qui recourt généralement à des expériences compliquées et pas toujours probantes et qui doit s'affronter au vécu. *"Malheureusement le vécu en question est très bien vécu sans la physique, et la physique a énormément de mal à déloger toutes les représentations parfaitement fonctionnelles qui sont profondément ancrées dans l'esprit des élèves et luttent très victorieusement contre les efforts de leurs professeurs."* Ces représentations sont à la source de nombreuses difficultés conceptuelles, et constituent autant d'obstacles à la construction du savoir scientifique.

la didactique
a vocation
pour agir
sur ces difficultés

L'identification et la connaissance de ces difficultés ont constitué l'essentiel des recherches en didactique des sciences expérimentales de ces vingt dernières années. Les plus anciennes ont consisté à identifier chez les élèves les représentations cognitives (ou conceptions), relatives aux

(1) Colloque organisé par le Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche et l'INRP les 17-18-19 janvier 1994 à Paris et intitulé : *Réformer l'enseignement scientifique. Histoire et problèmes actuels.*

différents domaines des sciences physiques, susceptibles de s'ériger en obstacles épistémologiques (Bachelard, 1938). Plus récemment, ont été étudiés les différents modes de raisonnements "naturels" ou "spontanés" (Viennot, 1996). On sait maintenant que la grande résistance des conceptions et des modes de raisonnements spontanés des élèves explique en grande partie la faible efficacité d'un enseignement qui les ignore au sens où il s'exerce sans que leur existence soit réellement prise en compte dans l'organisation et le déroulement des activités de la classe. C'est ainsi que les recherches en didactique des sciences s'orientent de plus en plus en direction de la construction et de l'expérimentation en classe de dispositifs d'enseignement, de modèles pédagogiques, susceptibles de déstabiliser les conceptions et de donner du sens aux connaissances construites par les élèves (2).

tels sont
les termes
d'un paradoxe

Il semble donc qu'il y ait quelque chose de paradoxal à vouloir écarter de la formation des enseignants les approches didactiques alors qu'elles visent précisément à s'attaquer aux difficultés que rencontre l'enseignement des sciences. Une hypothèse explicative de ce paradoxe nous a conduit à envisager que la didactique aurait à affronter, en formation des maîtres, des obstacles analogues à ceux que rencontrent les sciences dans l'enseignement et à poser la question suivante :

L'introduction des approches didactiques dans la formation des professeurs de sciences physiques rencontre-t-elle chez ceux-ci des représentations susceptibles de se constituer en obstacles? Si oui, quelle en est la nature? Quelle en est la résistance?

Dans l'affirmative, ces représentations sont-elles principalement enracinées dans les pratiques ou dans des modes de raisonnement spontanés des enseignants qui seraient étrangers à la didactique? Ou bien prennent-elles principalement racine dans des habitudes institutionnelles de formation, auquel cas, selon leur degré de résistance, elles devraient s'avérer sensibles aux choix explicites ou implicites des institutions de formation?

Notre travail a donc consisté, pour reprendre les termes de Chevillard (1992), à étudier dans quatre IUFM la nature et les particularités des rapports personnels et institutionnels à la didactique des sciences.

le rapport
institutionnel
à la didactique
dépend
des dispositifs
de formation

Notre hypothèse de recherche est que *le rapport institutionnel à la didactique dépend des IUFM et même, à l'intérieur de ceux-ci, des dispositifs de formation disciplinaire et des équipes de formateurs* en sciences qui n'accordent pas obligatoirement la même place, la même importance, le même statut, aux enseignements de didactique et ne lui réservent

(2) Cf. notamment les n^{os} 16 et 17 d'*Aster* sur les modèles pédagogiques, les n^{os} 24 et 25 sur le travail didactique des obstacles ainsi que de nombreux articles parus dans la revue *Didaskalia*.

pas les mêmes moyens. Nous voyons pour notre part quatre raisons pour soutenir cette hypothèse.

la dictatque est
une science
jeune

1. Il n'y a pas consensus sur le savoir à enseigner : on ne dispose pas, en didactique, d'un recul suffisant pour que des habitudes soient prises concernant celui-ci ; il n'est pas estampillé par une autorité supérieure ou un groupe d'experts qui en aurait fixé le contenu ; il ne semble pas y avoir de "modèle" de transposition didactique des savoirs de références. Ceci pourrait s'expliquer en particulier par le manque d'accord, évoqué précédemment, sur la pertinence de l'approche didactique en formation des maîtres. De plus, les institutions peuvent à juste titre considérer que les didactiques des différentes disciplines n'ont pas atteint, à l'heure actuelle, des états de développement comparables voire suffisants et fonder, par conséquent, leur plan de formation sur les savoirs et les habitudes "qui ont fait leurs preuves".

2. Les objets d'enseignement relevant de la didactique sont issus de recherches récentes. Ce sont souvent des objets bruts qui peuvent à la limite nécessiter, pour pouvoir être utilisés en formation de manière pertinente, que le formateur soit lui-même chercheur ou qu'il se soit longuement impliqué dans l'étude des travaux de recherche dans cette discipline. Dans ces conditions, la place institutionnelle faite à la didactique pourrait dépendre de caractéristiques propres à l'équipe des formateurs dans la discipline.

"dictatque" est
un terme
polysémique

3. Il apparaît, de plus, que le terme de "didactique" est employé avec des significations très différentes ce qui fait que, derrière les mots, peuvent se cacher des réalités fort diverses relatives aux contenus et aux méthodes de formation "didactiques". De plus, il existe une certaine ambiguïté au niveau des textes officiels qui ne définissent pas clairement le champ de ce qui est désigné sous le terme de "didactique", terme fréquemment associé à celui de pédagogie, parfois utilisé dans le cadre de la formation disciplinaire et parfois, au contraire, dans celui de la formation générale.

la dictatque
rencontre des
concurrents

4. Enfin, la didactique n'est pas seule prétendante dans la constitution du cadre de référence théorique et pratique de la professionnalisation des enseignants ; elle doit dans ce rôle affronter la concurrence d'autres candidats, se réclamant, par exemple, de la psychologie ou de la sociologie, institutionnellement mieux installés qu'elle, parce que plus anciens et souvent mieux reconnus.

En fait, les savoirs didactiques de référence susceptibles d'être enseignés en formation après transposition ne possèdent pas les caractères habituellement consentis au savoir savant dans la mesure où ils proviennent de recherches très récentes et restent souvent très attachés aux groupes qui les ont produits. Même si l'institution de recherche est différente de celle de formation, il arrive très souvent, que ce soient les chercheurs eux-mêmes qui assurent en partie la formation des enseignants en didactique des sciences. Il en

un problème
de légitimité
des savoirs
didactiques...

résulte des contenus de formation souvent centrés principalement sur les objets mis à jour par les chercheurs en question ou par des collègues proches, travaillant parfois dans le même laboratoire. Les savoirs enseignés sont ainsi faiblement dépersonnalisés et faiblement décontextualisés. Ils appartiennent à cette catégorie de savoirs que Johsua qualifie de *savoirs experts* (Johsua, 1996a) et qui tiennent leur légitimité des formateurs eux-mêmes et non pas d'une institution commune extérieure aux instituts de formation. Cette légitimation essentiellement interne ne va pas d'ailleurs sans poser quelques problèmes : qu'est-ce qui sépare, en effet, aux yeux des formés, un travail portant sur des contenus validés par la recherche, et une activité de formation, telle la préparation d'un cours, simplement fondée sur l'opinion ou l'expérience personnelle du formateur ? On peut penser que la légitimation institutionnelle dépendra du rapport à la recherche qu'auront les responsables de formation et les formateurs. Cela pose, par conséquent, la question de la formation des formateurs et de leur sensibilisation à la recherche en éducation.

De plus, la didactique n'est pas le seul savoir expert à intervenir dans un dispositif de formation à l'intérieur duquel elle est en concurrence avec d'autres références institutionnelles, héritées d'autres traditions historiques. De ce fait, les objets institutionnels issus de la didactique des sciences ne se définissent généralement pas par eux-mêmes mais très souvent contre d'autres. Ils peuvent être l'enjeu de conflits de territoires et c'est en fait souvent l'institution qui, par ses choix, leur confèrera ou non une légitimité, leur assurant par là même, ou non, les moyens de vivre en son sein.

Pour toutes ces raisons, on peut s'attendre à des différences importantes de statut faites à la didactique d'un IUFM à l'autre. C'est dire que, dans le cadre de notre étude, la didactique des sciences physiques constitue à l'évidence un objet institutionnel susceptible de prendre un sens différent et de vivre différemment dans les différentes institutions qui l'utilisent. Dans ces conditions, la question soumise à la recherche a été la suivante :

Comment la didactique des sciences vit-elle aujourd'hui dans les dispositifs de formation disciplinaire de sciences physiques des IUFM ? En particulier, rencontre-t-elle des obstacles ? Si oui, dans quels cas, quelle en est la nature et quelle en est la résistance ?

Deux hypothèses de travail découlent de cette question. La première s'appuie sur la nature de la didactique qui, comme "savoir expert", tient en partie sa légitimité au sein de l'institution de formation de la reconnaissance institutionnelle de sa pertinence par rapport aux tâches d'enseignement. Selon celle-ci, *le rapport institutionnel à la didactique est lié au rapport institutionnel à ce qu'est "un bon enseignement des sciences physiques"*. La seconde hypothèse repose sur la notion de vie des objets et d'apprentissage dans l'approche

... associés
au rapport à ce
qu'est un "bon
enseignement"

les rapports
personnels et
institutionnels
sont liés

anthropologique de Chevallard. Selon celle-ci, lors d'un apprentissage effectué dans un cadre institutionnel, le rapport personnel à un objet de savoir se construit ou change sous la contrainte du rapport institutionnel correspondant (Chevallard, 1992). Ainsi *la formation donne lieu à des phénomènes de conformités contractuelles liant plus ou moins les rapports personnels aux rapports institutionnels correspondants.*

La prise en compte de cette dernière hypothèse nous a conduit à étudier les rapports personnels à la didactique des sciences physiques en tant qu'indicateurs de la nature des rapports institutionnels correspondants. De plus, la prise en compte de l'hypothèse précédente nous a conduit à élargir le champ de notre étude à un second objet : celui de l'enseignement des sciences physiques. C'est ainsi que, pour traiter la question du rapport institutionnel à la didactique dans les IUFM, nous nous sommes appuyé :

1. sur une étude de représentations sociales concernant les sciences physiques, leur enseignement et l'apprentissage, et effectuée auprès des professeurs stagiaires de différents instituts (rapports personnels à ce que doit être un bon enseignement des sciences),
2. sur l'étude des rapports personnels de ces mêmes professeurs stagiaires à la didactique des sciences à travers, d'une part, l'analyse des déclarations des professeurs stagiaires sur la formation reçue en didactique des sciences physiques et, d'autre part, la lecture de leurs mémoires professionnels.

2. LE TERRAIN DE LA RECHERCHE

2.1. Choix des instituts

À partir d'une analyse sommaire de leurs plans de formation, nous avons choisi de travailler sur les IUFM de Besançon, Grenoble, Marseille et Reims qui nous ont semblé présenter des caractéristiques institutionnelles différentes. Un examen détaillé de leurs plans de formation et de différents textes internes, puis l'envoi d'un questionnaire suivi d'entretiens avec les responsables de formation en didactique des sciences de ces établissements nous a permis de caractériser et d'objectiver les dispositifs de formation disciplinaires en sciences physiques au moyen de variables qui, pour l'essentiel, sont présentées dans le tableau ci-après. Dans ce tableau comme dans la suite de cet article, nous désignerons ces IUFM par A, B, C et D, dans l'ordre des moyens qu'ils accordent à la didactique des sciences physiques.

IUFM	A	B	C	D
% de l'horaire de formation disciplinaire affecté à la didactique des sc. physiques	60	20	34	16
% de l'horaire de formation disciplinaire affecté à l'épistémologie des sciences	15	0	0	0
Type de fonctionnement des formateurs	Collect.	indiv.+ collect.	indiv.	indiv.
% de l'horaire de la formation disciplinaire effectué en présence de formateurs disposant d'un diplôme de 3 ^{ème} cycle en didactique des sciences	85	25	27	16
% de l'horaire effectué en présence de formateurs ayant une "culture didactique"	15	30	27	17
% des mémoires professionnels suivis par des formateurs disposant d'un diplôme de 3 ^{ème} cycle en didactique des sciences	100	0	27	8
% de l'horaire correspondant à des travaux collectifs sur le mémoire assurés par des chercheurs en didactique des sciences	30	1.5	5	1

quatre instituts
aux profils
différents

L'examen du tableau fait clairement apparaître une importante disparité institutionnelle dans la place occupée par la didactique des sciences au sein des dispositifs de formation disciplinaire. Avec une équipe de formateurs entièrement formés ou ouverts à la didactique et un horaire comprenant 75 % de didactique et d'épistémologie, avec des mémoires professionnels entièrement réalisés sous la conduite de chercheurs en didactique des sciences, la formation disciplinaire des physiciens de l'IUFM A dispose d'une spécificité institutionnelle particulièrement favorable à la didactique. À l'opposé, l'IUFM D ne bénéficie pas d'une telle situation. Quant aux instituts B et C, ils occupent des positions intermédiaires ne disposant que de quelques critères plus ou moins favorables.

2.2. Élargissement du terrain

Afin de pouvoir disposer d'éléments de comparaison concernant les représentations sociales identifiées chez les professeurs stagiaires issus de ces quatre instituts, nous avons, pour cette étude, étendu le terrain de la recherche à deux autres institutions : d'une part, une institution-source constituée par des étudiants titulaires d'une licence de sciences physiques et se destinant à l'enseignement, d'autre part, une institution-cible constituée par des professeurs en exercice depuis plusieurs années en collège ou en lycée.

3. MÉTHODOLOGIE ADOPTÉE

3.1. Remarque préliminaire concernant le savoir "didactique"

Compte tenu de ce que nous avons dit précédemment sur le caractère de savoir expert de la didactique et sur le fait qu'elle était susceptible de revêtir des aspects différents, et même de correspondre à des contenus enseignés différents, selon les dispositifs de formation, il importe de préciser ici les références "didactiques" sur lesquelles nous avons construit notre dispositif de recueil de données.

nos références
"didactiques"
sont fondées sur
les travaux
publiés en France

En France, il existe depuis une décennie environ une communauté relativement homogène de chercheurs en didactique des sciences physiques. On peut considérer qu'elle s'est constituée au début des années 80 en s'appuyant sur les échanges et les débats qui ont animé le premier atelier international de recherche en didactique de la physique qui s'est tenu en 1983 à La Londe Les Maures (3). Depuis 1991, date à laquelle a été réuni à Grenoble le premier Séminaire national de recherches en didactique des sciences physiques, cette communauté se réunit régulièrement en séminaire pour échanger, discuter, soumettre les travaux des différentes équipes au débat général. Certains des résultats des recherches de cette communauté ont fait l'objet de l'édition d'ouvrages multiples (4). Les revues *Aster* et *Didaskalia* contribuent également largement à la diffusion de ces travaux parmi les formateurs. C'est donc à l'ensemble de ces travaux et aux concepts et notions correspondantes que nous nous sommes référés pour construire notre dispositif de recueil de données.

3.2. Nature des données recueillies

Dans cette recherche, nous avons recueilli et analysé trois types de données. Dans un premier temps, nous avons effectué une étude de représentations sociales auprès de 207 personnes : 103 professeurs stagiaires issus des quatre instituts ci-dessus, 47 étudiants titulaires d'une licence de sciences physiques et 57 professeurs en exercice. La méthode a consisté à les interroger au moyen du questionnaire, donné en annexe, comportant 53 items relatifs à l'idée de la science et de son fonctionnement, aux méthodes d'enseignement et à l'apprentissage des élèves en sciences physiques. Au cours de cette enquête, les personnes interrogées

une étude de
représentations
sociales
effectuée auprès
de 207 personnes

- (3) Collectif, 1983, *Recherche en didactique de la physique : les actes du premier atelier international. La Londe Les Maures*. Éditions du CNRS, Paris.
- (4) Voir dans la bibliographie : Martinand J.-L. et al., 1992; Johsua S. et Dupin J.-J., 1993; Lemeignan G. et Weil-Barais A., 1993; Toussaint J. et al., 1995; Viennot L., 1996; Dumas-Carré A. et Goffard M., 1997; Robardet G. et Guillaud J.-C., 1997.

devaient donner leur opinion sur chacun des items en se situant sur une échelle ordinale d'accord.

des données
provenant
de questionnaires
et de mémoires
professionnels...

Nous avons ensuite interrogé les 103 professeurs stagiaires au moyen d'un questionnaire d'opinion, donné en annexe, comportant des questions ouvertes et fermées, portant sur la façon dont ils percevaient la formation reçue dans leur institut. Nous les avons, en particulier, interrogés sur l'intérêt qu'ils portaient à celle-ci et sur la façon dont ils pensaient pouvoir en réinvestir le contenu ainsi que sur les éventuels changements de leurs opinions concernant l'enseignement des sciences et la didactique. Nous leur avons également demandé ce qu'ils pensaient du travail qu'ils avaient effectué sur leur mémoire professionnel. Il s'agissait en fait d'approcher le mieux possible, chez les sujets des institutions étudiées, les rapports personnels à la didactique des sciences telle qu'ils la percevaient à travers la formation reçue à l'IUFM.

Nous avons enfin étudié méthodiquement et de manière détaillée 42 mémoires professionnels de sciences physiques provenant des quatre IUFM étudiés, et sélectionnés par les responsables de formation en didactique comme représentatifs de leur institut. Ici, l'objectif consistait à approcher la nature du rapport institutionnel à la didactique des sciences physiques à travers la lecture des mémoires provenant de chaque institut. Notre hypothèse était ici que le mémoire professionnel pouvait constituer un objet d'étude particulièrement intéressant dans la mesure où celui-ci, généralement réalisé par le professeur stagiaire sous la direction d'un formateur de l'institution, pouvait apparaître comme un puissant révélateur du contrat institutionnel qui lie les formés à leur institut dans le cadre de la formation disciplinaire.

3.3. Méthodes de traitement

...traitées par
deux méthodes
d'analyse
multiple

Concernant les questions fermées par des items, nous avons soumis les réponses à deux types d'analyses multiples en espérant que les résultats obtenus se recouperaient, ce qui fut le cas. D'une part les différents items ont été traités individuellement selon une méthode d'analyse dite de classification hiérarchique des similarités (CHS). D'autre part des regroupements d'items ayant été effectués *a priori* en catégories, nous les avons traitées par une seconde méthode d'analyse dite en composantes principales (ACP). S'agissant des questions ouvertes, elles ont été "fermées *a posteriori*" et soumises à des analyses factorielles des correspondances (AFC). Quant aux mémoires professionnels ils ont fait l'objet d'une analyse globale critériée et qualitative, puis d'une analyse détaillée et quantitative de contenu.

4. PREMIERS RÉSULTATS : DEUX REPRÉSENTATIONS CONTRADICTOIRES

L'étude des représentations sociales concernant les rapports personnels à l'enseignement des sciences nous a permis d'identifier de manière particulièrement nette dans la population interrogée deux représentations contradictoires que nous avons qualifiées de "naturaliste" et "d'anti-naturaliste". (Robardet, 1995)

4.1. La représentation naturaliste

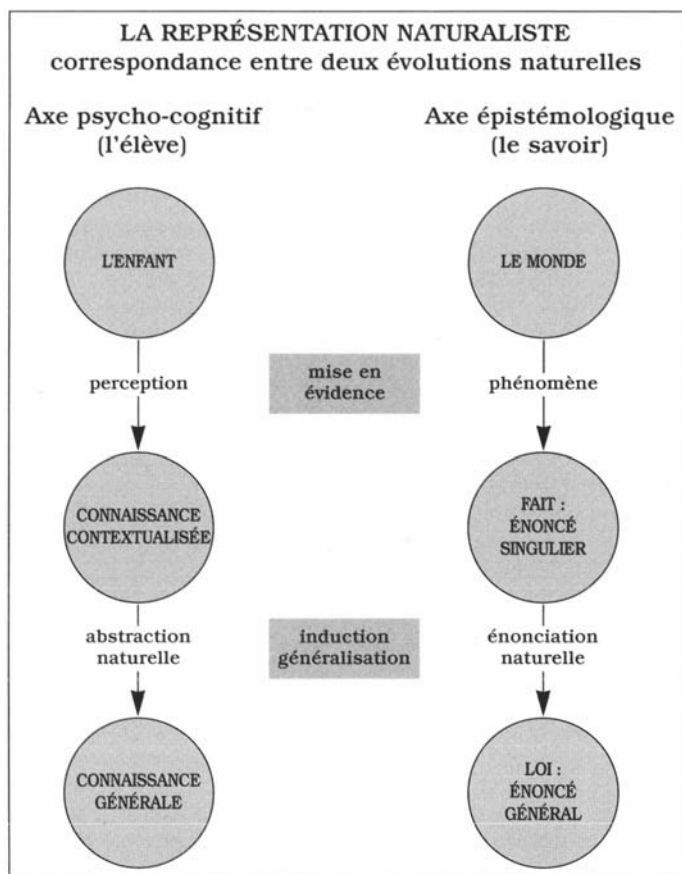
un enseignement
de type
transmissif
et d'inspiration
empirico-réaliste

Cette représentation (5) peut schématiquement se résumer ainsi : *À travers l'expérience, la réalité s'offre naturellement à l'observateur. Les lois sont ainsi mises en évidence par l'expérience première. Les connaissances apportées se stratifient naturellement des plus simples aux plus complexes. Tout doit être mis en œuvre pour qu'il n'y ait pas d'erreurs.*

Elle correspond à une vision de la science de type "empirico-réaliste". Même s'il peut sembler abusif d'attribuer à ces opinions le caractère d'options philosophiques, il reste que la démarche d'enseignement privilégiée semble être de type inductiviste (Johsua & Johsua, 1987 et 1988), c'est-à-dire qu'elle s'appuie sur une expérience de référence prototypique ayant pour fonction essentielle, à partir de l'observation, la mise en évidence des phénomènes qui seront traduits naturellement en faits singuliers et qui permettront par un processus tout aussi naturel et évident leur généralisation sous la forme d'un énoncé général qui constituera la loi que l'on désire institutionnaliser.

Le modèle d'apprentissage fonctionne selon un schéma semblable : en s'appuyant sur l'évidence de la perception, l'élève acquerrait une connaissance contextualisée qui se transformerait, par un processus naturel d'abstraction, en une connaissance générale. Apprentissage naturel et mise en évidence expérimentale s'appuieraient ainsi mutuellement en fonctionnant de concert selon le schéma page suivante.

(5) Le qualificatif de "naturaliste" employé ici à propos de représentations sociales concernant l'enseignement des sciences physiques ne doit pas être confondu avec celui qui concerne une approche épistémologique en sciences de la vie.



4.2. La représentation anti-naturaliste

On peut la résumer ainsi : *Face à un problème à résoudre, l'observation est guidée par des considérations théoriques posées a priori et génératrices d'hypothèses que l'expérience devra valider ou invalider. Les connaissances sont construites par l'élève lui-même selon un processus ni linéaire ni progressif, mais fortement associé à la résolution du problème. L'erreur est vue comme un outil producteur de sens.*

une approche
constructiviste
de la science
et de son
enseignement

Sur le plan du statut du savoir scientifique, cette représentation anti-naturaliste s'articule autour d'opinions qui ont, semble-t-il, quelques parentés avec les thèses du constructivisme en sciences selon lesquelles l'observation est guidée par la théorie que l'individu s'est construite et qu'on ne voit qu'à travers le filtre de ses représentations (Fourez, 1996), ou rationalistes au sens de Bachelard (1949). Sur le plan de la construction des connaissances, donc de l'apprentissage, cette représentation a également quelque chose à voir avec les modèles interactionnistes héritiers soit de Piaget soit de

Vygotsky (Johsua & Dupin, 1993) selon lesquels l'enfant construit (ou reconstruit) ses connaissances en raison d'un double processus d'*assimilation-accommodation* et cela, en interaction avec son environnement physique et/ou social.

4.3. Compatibilité de ces représentations avec les approches didactiques

Comme nous l'avons signalé plus haut, les résultats obtenus par les recherches en didactique des sciences expérimentales sur les représentations cognitives (les conceptions) et le raisonnement naturel ont progressivement conduit la didactique à envisager et à expérimenter d'autres démarches d'enseignement visant à faire prendre conscience à l'élève de l'insuffisance des concepts spontanés et de la supériorité des concepts scientifiques pour aborder et tenter de résoudre les problèmes qui se posent en sciences. Les travaux les plus récents en didactique semblent même indiquer que les approches orientées au seul changement conceptuel, même si elles prennent en compte les conceptions, s'avèrent insuffisantes dès lors que, restant centrées sur la recherche de la mise en évidence des écarts existant entre concepts spontanés et concepts scientifiques, elles n'incluent pas la nécessité de changements épistémologique et méthodologique (Gil Perez, 1993). Comme on le voit, la didactique, par les résultats de ses travaux, s'inscrit profondément en rupture avec les démarches d'enseignement et d'apprentissage des sciences fondées sur la mise en évidence des phénomènes et l'acquisition passive des connaissances par imprégnation naturelle, donc avec la représentation naturaliste. Les démarches d'enseignement qu'elle préconise ne sont pas compatibles avec cette dernière, mais, au contraire, profondément de type *anti-naturaliste*.

la dictatque
préconise des
démarches
anti-naturalistes

4.4. Présence des deux représentations dans les populations étudiées

Nous avons regardé, pour chaque type de population, comment se répartissaient les deux représentations. Les résultats de cette étude sont consignés dans le tableau ci-après.

	Représentation naturaliste	Représentation anti-naturaliste
Prof. en exercice	72 %	28 %
Étudiants en licence	64 %	36 %
IUFM A	13 %	87 %
IUFM B	50 %	50 %
IUFM C	78 %	22 %
IUFM D	73 %	27 %

la représentation
naturaliste
est fortement
dominante...

À l'examen, on constate que la représentation naturaliste est fortement dominante parmi les professeurs en exercice et, dans une moindre mesure, chez les étudiants en licence de sciences physiques. On retrouve cette forte prédominance chez les professeurs stagiaires issus des IUFM C et D. Inversement, la représentation naturaliste est très minoritaire chez les stagiaires issus de l'IUFM A tandis que les deux représentations s'équilibrent parmi les stagiaires issus de l'IUFM B.

... mais est
susceptible
d'être attaquée

Un rapprochement de ces résultats avec les caractéristiques des dispositifs de formation disciplinaires des quatre instituts (cf. tableau donné plus haut) montre que la représentation naturaliste est susceptible d'être attaquée de manière efficace lorsque la didactique dispose de moyens institutionnels importants et variés au sein du dispositif de formation disciplinaire, lui permettant de peser suffisamment face aux habitudes dominantes dans le milieu de l'enseignement. Il semble que ce soit le cas à l'IUFM A. Ce qui signifierait que le poids accordé aux approches didactiques et le nombre des formateurs formés à la didactique jouent un rôle déterminant dans ce processus surtout s'il y a un fonctionnement collectif et homogène de l'équipe.

5. ÉTUDE DES RAPPORTS INSTITUTIONNELS À LA DIDACTIQUE

5.1. Analyse du questionnaire d'opinion concernant la formation reçue

Il apparaît tout d'abord que les réponses des étudiants diffèrent beaucoup d'un IUFM à l'autre, tout en restant relativement homogènes à l'intérieur d'un même institut. Les réponses des stagiaires de l'IUFM A témoignent à 73 % d'un rapport positif à la didactique des sciences. Ce rapport est plus nuancé (50 %) à l'IUFM B et s'inverse complètement chez les stagiaires des IUFM C (26 %) et D (27 %). Dans leurs réponses à des questions ouvertes, les professeurs stagiaires de l'IUFM A et, dans une moindre mesure ceux de l'IUFM B, évoquent majoritairement des changements de point de vue épistémologiques concernant notamment le statut de l'expérimental et relatifs aux représentations cognitives, aux difficultés et obstacles des élèves, ce qui n'est pas le cas des réponses obtenues dans les IUFM C et D.

Concernant les enseignements de didactique, les réponses obtenues à l'IUFM A témoignent d'un rapport généralement positif (la didactique "*m'aide à faire des choix*", "*m'amène à me poser beaucoup de questions*", "*m'a obligé à remettre en cause des habitudes et des certitudes*" etc.). Ils avouent cependant avoir été déstabilisés mais disent ne pas le regretter. Alors que chez les stagiaires des IUFM D, le rap-

port est plutôt négatif (la didactique "*ne m'a pas convaincu*", "*est peu applicable en pratique*", "*pose plus de questions qu'elle n'apporte de réponse*" etc.). Les stagiaires des IUFM B et C adoptent des positions plus nuancées, les premiers positivement, les seconds de manière négative.

Les réponses concernant le travail effectué par les stagiaires pour réaliser leur mémoire professionnel confirment tout à fait les résultats précédents. Les stagiaires de l'IUFM A et ceux de l'IUFM B (toujours plus nuancés) disent que ce travail leur a permis de se "*familiariser avec la didactique (et) avec les recherches sur l'enseignement*", de s'"*interroger sur les méthodes d'enseignement*", de mieux se "*préparer à l'exercice du métier*".

des rapports
à la didactique
qui diffèrent
d'un institut
à l'autre...

Plusieurs éléments de réponses, concernant aussi bien les difficultés rencontrées lors du stage que les qualités reconnues à la didactique ou les modifications des pratiques entraînées par le travail sur le mémoire, semblent témoigner, chez les stagiaires de l'IUFM A, d'une formation se situant davantage en rupture avec les pratiques habituelles que dans les autres instituts, notamment à l'IUFM D. Les résultats que nous avons obtenus tout au long de ce questionnaire se recoupent remarquablement. Ils nous autorisent à penser qu'ils expriment ainsi le sentiment profond des stagiaires interrogés concernant la formation reçue en didactique et le travail sur le mémoire professionnel et donc que nous avons pu approcher leurs rapports personnels à la didactique des sciences.

Tout comme celles des stagiaires de l'IUFM A, les positions de ceux de l'IUFM B témoignent donc d'un rapport positif à la didactique mais il n'apparaît pas clairement que ces derniers désignent bien par "*didactique*" les mêmes concepts que les premiers (des éléments issus de leurs réponses sembleraient, en effet, indiquer qu'ils ont de la didactique une vision plus "pédagogique", en ce sens qu'ils semblent parfois en réduire les effets à la résolution des problèmes de gestion ou d'animation de la classe et cela indépendamment du savoir en jeu). À l'IUFM C, les déclarations des professeurs stagiaires comme celles concernant le travail sur le mémoire laissent apparaître un rapport plutôt négatif à la didactique mais de manière plus atténuée qu'à l'IUFM D, les réactions de rejet semblant surtout concentrées sur le mémoire professionnel.

Nous avons pu constater, ici encore avec cette étude, une importante homogénéité dans les réponses des stagiaires d'un même institut. Cela témoigne, nous semble-t-il, de phénomènes de conformités institutionnelles, d'effets de contrats, permettant de déduire que les rapports personnels à la didactique étudiés sont, de fait, fortement corrélés aux rapports institutionnels correspondants conformément à notre seconde hypothèse de travail. De plus, nous avons pu remarquer que les rapports à la didactique des sciences et à ce qu'est "un bon enseignement" de sciences physiques cor-

... homogènes
dans un même
institut...

...et conformes
au poids de la
représentation
naturaliste

respondent bien : ils sont plutôt négatifs lorsque la représentation naturaliste domine et positifs dans le cas contraire (Robardet, 1995). Cela confirme notre première hypothèse de travail selon laquelle ces deux rapports devaient être liés.

5.2. Analyse des mémoires professionnels

Nous avons étudié 42 mémoires professionnels équitablement répartis entre les quatre instituts.

Dans un premier temps, nous avons procédé à une analyse qualitative critériée de ces mémoires. Nous avons, dans cette intention, constitué une grille de critères inspirée en partie du cadre théorique de l'*ingénierie didactique* issu de la didactique des mathématiques (Artigue, 1988). Nous avons ainsi analysé chaque mémoire sous trois angles : celui de son objet d'étude, celui de l'approche théorique et celui de la méthodologie et de la démarche utilisée.

Dans un deuxième temps, nous avons procédé à une analyse détaillée de chaque mémoire. Pour cela, nous avons découpé le texte en unités de signification chacune étant constituée d'une phrase ou d'un ensemble de phrases consécutives véhiculant généralement une idée. Nous avons ensuite catégorisé chaque unité selon qu'elle faisait référence à des éléments théoriques (didactiques, épistémologiques, scientifiques, psycho-sociologique etc.) ou pratiques (référence aux stages, aux situations professionnelles, aux habitudes et pratiques du terrain). Puis nous avons compté les unités pour chaque mémoire et par catégorie, ce qui nous a permis d'évaluer de manière quantitative, à travers ces mémoires, les différents rapports aux éléments théoriques et pratiques de la formation.

Les résultats de ces deux études montrent de manière assez évidente que les mémoires professionnels correspondent à des objets différents selon les instituts dans lesquels ils sont produits (6). De plus, ils présentent dans chaque institut une grande homogénéité. Leurs caractéristiques sont cohérentes avec les rapports institutionnels à la didactique et avec la présence de la représentation naturaliste.

Ainsi, nous avons constaté que, lorsque la didactique dispose de spécificités institutionnelles importantes, ce qui est le cas à l'IUFM A, les mémoires font largement appel à des travaux et à des éléments théoriques de didactique ou d'épistémologie des sciences. On retrouve dans ces mémoires certains des critères d'un travail de recherche (appui sur un questionnement, insertion de celui-ci dans une problématique en référence à des travaux publiés sur la question, construction d'un dispositif de recueil de données, anticipation des réponses possibles, analyse des résultats par confrontation avec les anticipations effectuées, conclu-

les mémoires
différent d'un
institut à l'autre

(6) Nous n'avons pas la place de détailler ici ce travail. Pour plus d'informations, nous renvoyons le lecteur à Robardet, 1995, ou à Robardet, 1999 (article à paraître).

les mémoires
professionnels
reflètent les
différents
rapports à la
dictatique

sion en rapport avec la problématique de départ). Cela reflète assez bien une volonté d'initiation à la démarche de recherche impulsée, dans cet IUFM, par l'institution.

Inversement, lorsque la didactique ne dispose pas de moyens institutionnels importants, on constate que les mémoires ne font appel qu'au seul terrain de la pratique. Selon les instituts, tantôt ces mémoires se présentent sous forme de dossiers qui témoignent d'une innovation ou d'essais effectués par le stagiaire dans sa classe (cas de l'IUFM D), tantôt il s'agit d'enquêtes ou d'observations instrumentées effectuées par le professeur stagiaire auprès de ses élèves au moyen de questionnaires ou de documents (copies) provenant de ces derniers (cas de l'IUFM C). De plus, s'il apparaît que, dans ces IUFM, les mémoires contiennent, pour l'essentiel, des propositions d'enseignement et des analyses de difficultés liées à la pratique, celles-ci sont présentées sans qu'il soit fait, de manière significative, référence à des travaux, à des connaissances ou à des savoirs théoriques en relation avec le sujet. Or, ces sujets rencontrent des domaines étudiés par la didactique, les psychologies cognitive ou sociale ou les sciences de l'éducation. Rappelons que, selon les textes officiels qui instituent ce mémoire, celui-ci *"doit permettre de vérifier les capacités du professeur stagiaire à identifier un problème ou une question concernant ces pratiques (et à) analyser ce problème et proposer des pistes de réflexion ou d'action en se référant aux travaux existant dans ce domaine"* (7). Il était donc possible et même souhaitable que les auteurs de ces mémoires réfèrent leurs travaux à des éléments théoriques, éventuellement autres que didactiques, et généralement enseignés dans les IUFM. Tel ne fut pas le cas. Ici, au contraire, nous n'avons trouvé, à quelques rares exceptions près, que des références provenant du terrain de l'enseignement (programmes, instructions officielles, manuels scolaires, etc.).

Notre sentiment est que les mémoires professionnels pourraient témoigner de deux types de conceptions de la pratique d'enseignement et donc de deux conceptions de la formation des maîtres qu'il est possible de présenter schématiquement suivant deux modèles, le premier s'inscrivant en continuité avec les pratiques habituelles de terrain, le second, en rupture avec ces mêmes pratiques.

des résultats
qui témoignent
de deux modèles
de formation

Dans le premier modèle, la pratique relève naturellement de l'imitation de l'expert et l'expertise s'acquiert par l'expérience : cela conduit à un modèle de la formation par reproduction des savoir-faire communiqués par des professeurs "chevronnés". Compte tenu de la nature de la représentation dominante, cette conception de la formation est, nous le voyons, cohérente avec la représentation *naturaliste* de l'en-

(7) Circulaire n° 91-202 du 2 juillet 1991 intitulée "Contenu et validation des formations organisées par les instituts universitaires de formation des maîtres".

seignement. Au niveau des mémoires, cela conduit à l'élaboration de documents, témoignages, description ou récits autour d'un vécu ou d'une innovation fréquemment impulsée par le savoir-faire du tuteur ou d'un collègue de terrain.

Le second modèle de formation, en rupture avec les pratiques habituelles, vise, au contraire, à interroger les pratiques conformes à la représentation dominante ce qui suppose alors un pas de côté, un regard distancié par rapport à ces pratiques. Cette attitude correspond à un détour théorique vis-à-vis de la classe et de l'acte d'enseigner, à cette capacité de décentration, façon méthodique et rationalisée d'observer et d'analyser par soi-même, comme de l'extérieur et en fonction de références objectives, le processus d'enseignement en train de se dérouler. Cette deuxième attitude semble cohérente avec une représentation de la science et de l'enseignement de type *anti-naturaliste*.

CONCLUSION

L'étude que nous avons conduite auprès de plus de 200 étudiants, futurs professeurs et enseignants de sciences physiques a permis d'identifier une représentation de la science, de son enseignement et de l'apprentissage que nous avons qualifiée de "*naturaliste*". Si l'on en juge par les résultats que nous avons obtenus, la représentation naturaliste semble très fortement répandue, pour ne pas dire hégémonique, dans le milieu de l'enseignement des sciences physiques (72 % chez les enseignants en exercice).

L'origine de cette représentation doit probablement être recherchée au niveau de l'introduction de l'enseignement expérimental des sciences qui s'est imposée au début du siècle, et pendant toute la première moitié de celui-ci, en réaction aux approches scolastiques qui avaient cours jusqu'alors. On peut penser que les nouvelles thèses positivistes auxquelles avaient alors souscrit nombre de scientifiques y furent pour quelque chose et que l'introduction de l'enseignement expérimental fut à l'époque, à n'en pas douter, un progrès. Depuis, cette représentation n'aurait cessé de s'installer dans les pratiques d'enseignement à la faveur d'un cycle de reproduction qui veut que les enseignants aient été auparavant des élèves soumis, eux-mêmes, aux processus qui la caractérisent. Cette installation dans les pratiques aurait progressivement conféré à la méthode "*naturelle*" une légitimité toute aussi naturelle dans le milieu de l'enseignement des sciences, et c'est cette légitimité naturelle qui la dispenserait actuellement *de facto* de la nécessité d'être justifiée sur le plan théorique au cours de la formation professionnelle des maîtres.

Il fallut bien constater cependant que, malgré le recours à la mise en évidence expérimentale des phénomènes et des

l'origine de la représentation naturaliste remonte probablement au début du siècle en France

faits, les nombreuses difficultés conceptuelles rencontrées par les élèves en sciences physiques ne furent pas levées pour autant avec l'introduction des méthodes expérimentales. Ce constat d'échec fut à l'origine d'une grande partie des recherches entreprises en didactique des sciences dans la deuxième moitié du siècle, recherches qui prirent notamment au départ appui sur des thèses que l'on pourrait qualifier d'"*anti-naturalistes*" avancées, d'une part par Bachelard avec le concept d'obstacle épistémologique et le rationalisme scientifique, et, d'autre part, par le constructivisme piagétien. Le développement des connaissances ayant accompagné les travaux qui ont été effectués depuis cette époque, tant en didactique et en épistémologie des sciences qu'en psychologie et en socio-psychologie, a progressivement conduit la didactique des sciences à prendre un certain nombre de distances avec les positions qui fondaient l'enseignement expérimental tel qu'il avait été conçu initialement. Ce faisant, des chercheurs en didactique des sciences ont été conduits à concevoir et à expérimenter des démarches d'enseignement scientifique de type *anti-naturalistes*. Celles-ci se distinguent, en effet, des premières par un important changement méthodologique : l'observation n'y est plus première mais guidée par les connaissances ou les conceptions préalables de l'observateur, l'expérience n'est pas construite pour mettre en évidence les théories mais pour tenter de valider ou d'invalider des hypothèses, et le modèle d'apprentissage privilégié n'est plus linéaire et cumulatif mais fondé sur le réarrangement cognitif notamment à travers le débat et la résolution de problèmes. Ainsi, le discours de la didactique des sciences et les pratiques qu'elle propose s'inscrivent-ils généralement en rupture avec la représentation dominante naturaliste et celle-ci s'avère donc difficilement compatible avec les approches didactiques.

Notre étude montre cependant que cette représentation ne semble pas toujours se constituer en obstacle majeur vis-à-vis de celles-ci puisque dans le cadre de la formation prévue il s'avère possible d'agir sur elle et d'obtenir des modifications importantes au niveau des opinions des professeurs stagiaires. Aussi nous paraît-il difficile de nous inscrire dans les rangs de ceux qui considèrent cette représentation comme trop résistante pour pouvoir être mise en difficulté par un travail de formation avec quelque chance de succès. Bien au contraire, notre conviction est que ce déplacement de la représentation est possible et que la didactique, qui s'inscrit en rupture avec elle, constitue une candidate de choix pour y parvenir. Les opinions recueillies chez les professeurs stagiaires et l'analyse de leurs mémoires professionnels nous ont, en effet, permis de constater que lorsque la représentation naturaliste se trouvait mise en difficulté, cela s'accompagnait chez eux d'un rapport positif à didactique. Bien entendu, nous savons bien qu'un tel déplacement de la représentation naturaliste n'implique

la représentation
naturaliste peut
être attaquée
avec succès
par une
formation
en rupture avec
les pratiques
habituelles

pas celui de l'*habitus* (8) et que, par conséquent, rien ne dit que, sorti de l'institut de formation, et subitement immergé, à plein temps, dans le jeu des contraintes et des sollicitations du système d'enseignement, le jeune professeur de sciences physiques parvienne à mettre en œuvre un enseignement "*anti-naturaliste*" fortement inspiré des savoirs didactiques. Il y faudra probablement d'autres moyens et une formation continuée s'inscrivant davantage dans la durée tout au long des premières années d'enseignement.

Toujours est-il que si le déplacement de la représentation n'est en aucune manière une condition suffisante au changement de pratique, il n'en demeure pas moins l'une des conditions nécessaires. Or, au regard de nos résultats, il semblerait que, faute de moyens institutionnels suffisants permettant de construire une formation suffisamment en rupture avec les pratiques habituelles, la représentation naturaliste se constitue alors en obstacle puissant vis-à-vis des approches didactiques et que celles-ci puissent être l'objet de réactions de rejet, parfois violentes, de la part des formés. En fait, il semble qu'on ne puisse arriver à un point de vue didactique simplement par observation des pratiques habituelles tout simplement parce que le point de vue didactique n'est pas "naturel" et qu'il se situe en rupture, non seulement avec le sens commun, mais encore avec les pratiques habituelles de terrain, avec l'*habitus*. Dans ces conditions, il ne pourrait donc pas y avoir de formation didactique "économique". Ceci d'autant plus que le terrain de la formation des maîtres, nourri de savoirs experts et de pratiques sociales différents voire concurrents parce que traitant des mêmes questions, pourrait être le lieu où se manifesterait des problèmes de "territoires" concernant les différents acteurs. Il appartient, en principe, aux institutions d'arbitrer et de régler ces problèmes dans le cadre de la définition et de la mise en œuvre du plan de formation, mais aussi au niveau, beaucoup plus microcosmique, de décisions concernant les modalités et les caractéristiques de formation. Cela signifie que des choix conséquents doivent être effectués au niveau institutionnel et c'est de la clarté et de la nature de ces choix que dépendraient un certain nombre des effets obtenus.

Quel serait, aujourd'hui l'enjeu pour la didactique en formation des maîtres? Selon nous, celle-ci n'a pas à redouter comme un obstacle majeur, sur le terrain de la formation, la représentation naturaliste. Et ce serait davantage en direction des institutions et d'elle-même qu'elle devrait faire porter ses efforts pour s'imposer comme une référence pertinente et importante vis-à-vis de la formation des ensei-

mais il ne pourrait pas y avoir de formation didactique "économique"

(8) *Habitus* qui serait davantage de type dogmatique qu'inductiviste. Cf. article de Bernard Darley et Simone Bonchil dans ce même numéro.

gnants. Aussi, si nos hypothèses s'avéraient exactes, la didactique des sciences se trouverait-elle à un moment relativement crucial au cours duquel elle aurait à jouer sa crédibilité dans la formation des enseignants de sciences physiques ainsi que ses conditions de vie et de développement au milieu des autres savoirs experts intervenant dans cette formation.

Il nous semble qu'elle devrait, pour cela, se mobiliser derrière deux objectifs qui nous paraissent essentiels. D'une part, il lui faudrait élaborer un corps de références "professionnelles" pratiques et théoriques susceptibles de répondre au niveau de la formation des maîtres aux problèmes et difficultés que ne parviennent pas à dépasser les options naturalistes : ce corps de références serait, semble-t-il, en cours de constitution ainsi qu'en témoignent la publication de travaux récents d'ingénierie de formation en didactique des sciences (Astolfi et al., 1997). D'autre part, les analyses des données recueillies au cours de notre travail sur les effets institutionnels nous incitent à penser que la didactique des sciences gagnerait beaucoup à convaincre dans le même temps les institutions de formation de la pertinence et de la spécificité de ses approches pour la formation des enseignants afin que les choix institutionnels puissent s'effectuer, en sciences physiques, en toute connaissance de cause.

Guy ROBARDET
L.I.D.S.E. Université
Joseph-Fourier - Grenoble

BIBLIOGRAPHIE

ARTIGUE, M. (1988). "Ingénierie didactique". *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 9, 3, 281-308. Grenoble : La Pensée Sauvage.

ASTOLFI, J.-P. et al. (1997). *Pratiques de formation en didactique des sciences*. Bruxelles : De Boeck-Université.

BACHELARD, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris : Vrin.

BACHELARD, G. (1949). *Le rationalisme appliqué*. Paris : P.U.F.

BOY, D. & MUXEL, A. (1989). "Les jeunes et la science". *Culture technique*, 20, 29-46. Neuilly : C.R.C.T.

BOYER, R. & TIBERGHEN, A. (1989). "Des opinions de professeurs et d'élèves sur l'enseignement des sciences physiques au lycée". *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 712, 305-321. U.D.P. Paris.

- CAREY, R. L. & STAUSS, N. G. (1968). "An analysis of the understanding of the nature of science by prospective secondary science teachers". *Sciences Education*, 52, 358-363.
- CAREY, R. L. & STAUSS, N. G. (1970). "An analysis of experienced teachers' understanding of the nature of science". *School Science and Mathematics*, 70, 366-376.
- CHEVALLARD, Y. (1992). "Concepts fondamentaux de la didactique : perspectives apportées par une approche anthropologique". *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 12-1, 73-112.
- DÉSAUTELS, J. (1989). "Développement conceptuel et obstacle épistémologique". In N. Bednarz et C. Garnier (Éds.). *Construction des savoirs : obstacles et conflits*, (pp. 258-267). Ottawa : Agence d'Arc inc.
- DÉSAUTELS, J., LAROCHELLE, M., GAGNÉ, B. & RUEL, F. (1993). "La formation à l'enseignement des sciences : le virage épistémologique". *Didaskalia*, 1, 49-67.
- DRIVER, R. (1986). "Psicologia cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos". *Enseñanza de las Ciencias*, 4-1, 3-15.
- DRIVER, R. (1989). "Students' conceptions and the learning of science". *International Journal of Science Education*, 11-5, 481-480.
- DUMAS-CARRÉ, A. & GOFFARD, M. (1997). *Éléments de didactique des sciences physiques*. Paris : PUF.
- FOUREZ, G. (1996). *La construction des sciences*, 3ème édition. Bruxelles : De Boeck-Université.
- GIL PÉREZ, D. (1993). "Apprendre les sciences par une démarche de recherche scientifique". *Aster*, 17, 41-64. Paris : INRP.
- GUILBERT, L. & MELOCHE, D. (1993). "L'idée de science chez les enseignants en formation : un lien entre l'histoire des sciences et l'hétérogénéité des visions?". *Didaskalia*, 2, 7-30.
- HULIN, M. (1992). *Le mirage et la nécessité*. Paris : Presses de l'ENS et du Palais de la Découverte.
- JODELET, D. (1989). "Représentations sociales : un domaine en expansion". In *Les représentations sociales*. Paris : P.U.F.
- JOHSUA, S. (1988). "La perdurance des obstacles épistémologiques : un révélateur de leur nature". In N. Bednarz et C. Garnier (Éds.). *Construction des savoirs : obstacles et conflits* (pp. 110-116). Montréal : CIRADE.

JOHSUA, M.-A. & JOHSUA, S. (1987). "Les fonctions didactiques de l'expérimental dans l'enseignement scientifique (première partie)". *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 8-3, 231-266.

JOHSUA, M.-A. et JOHSUA, S. (1988). "Les fonctions didactiques de l'expérimental dans l'enseignement scientifique (deuxième partie)". *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 9-1, 5-30.

JOHSUA, S. & DUPIN, J.-J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris : P.U.F.

JOHSUA, S. (1996). "Le concept de transposition didactique n'est-il propre qu'aux mathématiques?". In M. Caillot et D. Raïsky (Éds.). *Le didactique au-delà des didactiques* (pp. 61-73). Bruxelles : De Boeck.

KOULALDIS, V. & OGBORN J. (1989). "Philosophy of science : an empirical study of teachers' views". *International Journal of Science Education*, 11, 2, 173-184.

LAROCHELLE, M. & DÉSAUTELS, J. (1991). "'Of course, it's just obvious": adolescents' ideas of scientific knowledge". *International Journal of Science Education*, 13, 4, 373-389.

LEMEIGNAN, G., & WEIL-BARAIS, A. (1993). *Construire des concepts en physique*. Paris : Hachette éducation.

MARTINAND, J.-L. et al. (1992). *Enseignement et apprentissage de la modélisation en science*. Paris : INRP.

NADEAU, R. & DÉSAUTELS, J. (1984). *Épistémologie et didactique des sciences*. Conseil des sciences du Canada, coll. "Exposé à débattre".

ROBARDET, G. (1995). *Didactique des sciences physiques et formation des maîtres : contribution à l'analyse d'un objet naissant*. Thèse de doctorat. Grenoble : Université Joseph-Fourier.

ROBARDET, G. & GUILLAUD, J.-C. (1997). *Éléments de didactique des sciences physiques : théories, modèles, conceptions et raisonnement spontané*. Paris : PUF, coll. Pédagogie d'aujourd'hui.

ROBARDET, G. (1999). "Étude de rapports institutionnels à la didactique des sciences à travers l'analyse de mémoires professionnels de professeurs stagiaires en IUFM". *Didaskalia 14*. Bruxelles : De Boeck. (Article à paraître).

TOUSSAINT, J. et al. (1996). *Didactique appliquée de la physique-chimie*. Paris : Nathan.

VIENNOT, L. (1996). *Raisonnement en physique, la part du sens commun*. Paris, Bruxelles : De Boeck.

ANNEXE

QUESTIONNAIRE RELATIF À LA SCIENCE, SON ENSEIGNEMENT ET L'APPRENTISSAGE DES ÉLÈVES EN SCIENCES

Êtes-vous tout à fait d'accord (+2), plutôt d'accord (+1), plutôt pas d'accord (-1), pas du tout d'accord (-2), avec les propositions ci-dessous concernant :

A. Les sciences physiques

1. Une science expérimentale se construit à partir des faits.
2. C'est une idée a priori qui est à l'origine d'une théorie.
3. Dans la démarche expérimentale, la première phase à mettre en œuvre est celle de l'observation qui permet de découvrir les faits.
4. Une théorie est une synthèse effectuée à partir de l'analyse d'une accumulation de faits.
5. Les découvertes scientifiques sont souvent dues à un fait essentiel apparu par hasard.
6. Mettre en place une démarche expérimentale à propos d'un problème à résoudre, c'est partir d'une théorie puis bâtir une ou des hypothèses que l'on vérifiera expérimentalement.
7. Le chercheur n'utilise pas les faits pour bâtir sa théorie mais pour la vérifier.
8. Un bon chercheur est quelqu'un qui observe d'abord.
9. La raison nous dit que les lois sont dans la nature et que le rôle de la science est de les mettre en évidence.
10. Ce sont les a priori du chercheur plus que les faits qui orientent la démarche expérimentale.
11. Une découverte est toujours liée au climat scientifique de son époque.
12. Une découverte scientifique n'est le plus souvent que la confirmation momentanée d'une théorie.
13. Un bon chercheur doit rester neutre face à son sujet d'étude.
14. Une théorie n'est pas déduite de la réalité, mais construite par le chercheur pour en représenter le fonctionnement.
15. Une théorie ne supporte pas l'approximation. Son statut est celui de l'axiomatique et de la rigueur.

B. Enseigner les sciences physiques

1. En règle générale, un bon enseignement de sciences physiques ne doit pas commencer par une expérience mais par une réflexion autour d'une question.
2. Un enseignement de sciences physiques doit donner la priorité aux manipulations des élèves.

3. En classe, l'expérience doit avoir pour fonction principale de permettre aux élèves de mettre à l'épreuve leurs idées préalables, qu'elles soient justes ou fausses.
4. En règle générale, un bon enseignement de sciences physiques doit commencer par une (ou des) expérience(s) simple(s) et claire(s).
5. Une bonne expérience de T.P. doit être conduite suivant les quatre étapes suivantes : Mise en route du montage. Observations et/ou mesures. Interprétation. Conclusion.
6. Un bon enseignement de sciences physiques doit aller à l'essentiel.
7. Une bonne méthode à utiliser en séance de T.P. consiste à donner aux élèves une feuille sur laquelle ils trouveront la procédure à suivre concernant les mesures et les travaux à effectuer.
8. Plus que l'acquisition d'une connaissance, un cours de physique doit se donner comme objectif prioritaire le franchissement, par les élèves, d'une difficulté conceptuelle ou méthodologique importante.
9. En classe de physique, le rôle de l'expérience est principalement de mettre en évidence et de fonder la loi qu'on se propose d'établir.
10. L'enseignement des sciences doit être organisé de manière à ce que les connaissances soient introduites logiquement une à une de la plus simple à la plus complexe.
11. Une expérience de physique n'a de sens que si, au départ, l'élève a déjà une idée de la loi qu'elle doit permettre de valider.
12. Un bon enseignement scientifique doit se faire selon une démarche de résolution de problèmes.
13. L'enseignement scientifique doit faire une place importante au débat entre les élèves.
14. Un bon enseignement de physique doit toujours partir des idées (éventuellement fausses) que les élèves ont sur la question qui va être traitée et les prendre en compte.
15. On doit se garder d'enseigner une notion scientifique ou une loi si les élèves n'en perçoivent pas l'utilité.
16. Ce qui est essentiel, dans l'enseignement de sciences physiques, c'est que les élèves acquièrent des méthodes générales qu'ils pourront réinvestir dans d'autres matières.
17. Un bon enseignement de sciences physiques doit partir d'une situation-problème issue de la vie courante.
18. En physique, comme ailleurs, l'essentiel est que l'élève apprenne à apprendre.

C. Apprendre de la physique ou de la chimie

1. Pour pouvoir apprendre, l'élève doit disposer le plus rapidement possible d'un cours clair et simple.
2. En classe les choses doivent être organisées de telle façon que les élèves fassent le moins d'erreurs possible.
3. Apprendre consiste à faire évoluer ses représentations.
4. L'erreur est constitutive du processus de construction de connaissances.

5. En sciences, l'élève qui n'a pas vu tel ou tel point important du programme risque d'être lourdement handicapé par la suite.
6. L'activité de l'élève doit être organisée de telle manière qu'il soit mis en situation d'identifier et de rectifier lui-même ses erreurs.
7. C'est juste ou c'est faux : il y a bien quelque part une vérité à laquelle il faut souscrire, c'est pourquoi l'erreur doit être sanctionnée.
8. La meilleure méthode pour faire disparaître les erreurs consiste à multiplier le nombre des exercices d'application.
9. Le travail en petits groupes est le meilleur moyen d'amener les élèves à comprendre leurs erreurs.
10. Faire travailler les élèves en petits groupes présente plus de risques que d'avantages.
11. Il est préférable de décomposer un problème trop complexe en plusieurs questions simples.
12. Même en sciences, l'apprentissage n'est pas un processus cumulatif et linéaire.
13. Apprendre consiste avant tout à maîtriser des méthodes d'autant plus utiles qu'elles sont transférables d'une matière à une autre.
14. L'apprentissage se construit par l'atteinte progressive d'objectifs opérationnels, clairs et précis, sur lesquels l'élève s'est entraîné en résolvant notamment de petits exercices adaptés.
15. L'erreur est de toute évidence un obstacle à l'apprentissage.
16. Il y a toujours une méthode préférable aux autres pour résoudre un problème donné.
17. La résolution, par l'élève, d'un problème nouveau constitue une bonne méthode d'acquisition d'une connaissance nouvelle.
18. L'enseignant doit rectifier les erreurs des élèves le plus rapidement possible.
19. Il n'y a vraiment apprentissage que lorsque l'élève est parvenu par lui-même à surmonter un obstacle à la connaissance.
20. Les erreurs des élèves constituent des informations précieuses que l'enseignant doit utiliser dans l'élaboration de son dispositif pédagogique.

QUESTIONNAIRE RELATIF À LA FORMATION REÇUE EN DIDACTIQUE

Question 1

Quels éléments de la formation en didactique des sciences physiques avez-vous réinvesti cette année dans votre classe, ou pensez-vous réinvestir par la suite ?

Vous répondrez en utilisant, en face de chacun des items ci-dessous, le code suivant :

? Je ne comprends pas de quoi il s'agit.

0 Élément avec lequel je ne suis pas d'accord ou sans intérêt.

1 Élément intéressant mais trop difficile à mettre en application.

2 Élément intéressant que j'essaierai d'appliquer le cas échéant.

3 Élément très intéressant que je n'ai pas encore pu appliquer mais que j'utiliserai.

4 Élément que j'ai essayé d'utiliser mais que je n'ai pas suffisamment su maîtriser.

5 Élément que j'ai essayé et dont les premiers résultats me satisfont.

- Prise en compte des représentations et/ou conceptions des élèves pour construire une séquence d'enseignement
- Prise en compte des conceptions et modes de raisonnement dans les corrections d'exercices
- Correction des exercices en prenant appui sur les erreurs des élèves et non pas sur un "corrigé-type"
- Mise en œuvre d'une démarche scientifique avec formulation d'hypothèses puis construction d'expériences-tests
- Mise en œuvre de travaux pratiques relativement ouverts (au cours desquels les élèves peuvent prendre des initiatives, faire des choix)
- Construction d'une progression personnelle et cohérente à partir d'un programme
- Mise en œuvre d'une démarche de modélisation ou d'utilisation d'un modèle
- Articulation d'un cours ou d'un T.P. autour d'une question clairement formulée aux élèves
- Introduction de notions comme outils rendus indispensables par la situation avant d'en faire des objets d'étude
- Utilisation en classe du débat scientifique
- Mise en œuvre de travaux de recherche, de réflexion ou de documentation en petits groupes
- Mise en œuvre de travaux d'auto-évaluation ou de correction d'exercices en petits groupes
- Élaboration ou transformation d'un modèle scientifique en vue de son enseignement
- Mise en œuvre d'une démarche de résolution de problème
- Report de l'introduction des éléments théoriques (formules, calculs) après réalisation d'une étude approfondie de la situation physique
- Prise en compte des difficultés des élèves
- Réutilisation d'outils élaborés ou communiqués au cours de la formation
- Explicitation et communication aux élèves des objectifs visés par la séquence d'enseignement
- Utilisation de procédures de régulation au cours de l'enseignement (recours à l'évaluation dans le but de réguler le fonctionnement de la séquence)
- Conception et réalisation d'une séquence prenant appui sur une situation-problème
- Conception et réalisation d'une séquence prenant appui sur un objet technique de la vie courante ou connu des élèves
- Mise en œuvre distincte, dans la pratique en classe, de l'évaluation formative et de l'évaluation sommative
- Transposition, adaptation d'un objet d'enseignement au niveau des élèves

- Élaboration d'une séquence d'enseignement fondée sur une démarche faisant référence à une pratique sociale déterminée (recherche, industrie, vie domestique etc.)

Question 2

À la suite de votre formation en IUFM, avez-vous changé certains de vos points de vue

- sur les sciences physiques ? (si oui, lesquels et pourquoi ?)
- sur l'enseignement des sciences physiques ? (si oui, lesquels et pourquoi ?)
- sur la didactique des sciences physiques (si oui, lesquels et pourquoi ?)

Question 3

Avez-vous, cette année au cours de votre stage en responsabilité, ressenti des difficultés liées à votre situation de stagiaire, qui vous ont gêné ou empêché d'appliquer certains éléments de la formation en didactique ? (si oui, lesquelles ?)

Question 4

Si vous deviez porter un jugement sur la didactique, seriez-vous tout à fait d'accord (+2), plutôt d'accord (+1), plutôt pas d'accord (-1), pas du tout d'accord (-2), avec les propositions ci-dessous

La didactique...

- m'aide à faire des choix.
- m'aide à répondre aux questions que je me pose.
- m'amène à me poser beaucoup de questions.
- m'a permis de comprendre le sens des sciences physiques.
- tend à imposer un point de vue sous des prétextes "scientifiques".
- m'a beaucoup déstabilisé(e) ce qui finalement est bon.
- m'a beaucoup déstabilisé(e) ce qui n'est pas bon pour moi.
- m'a permis de démarrer différemment dans le métier d'enseignant.
- c'est du verbiage.
- m'a permis de prendre conscience de problèmes importants pour moi.
- m'a obligé à remettre en cause des habitudes ou des certitudes.
- ne m'a pas convaincu(e).
- m'a beaucoup intéressé(e).
- c'est intéressant mais peu applicable dans la pratique.
- c'est trop difficile.
- pose plus de questions qu'elle n'apporte de réponse.

QUESTIONNAIRE RELATIF AU TRAVAIL SUR LE MÉMOIRE

Question 1

Pensez-vous que le travail sur le mémoire a une utilité? Précisez.

De votre point de vue, quelles sont les principales qualités d'un bon mémoire?

Quels éléments de la formation en didactique ont été mobilisés? dans quels buts? à quels moments? avec quels effets?

Question 2

Exprimez votre avis sur les propositions suivantes en indiquant 0 pas du tout, +1 un peu, +2 moyennement, +3 beaucoup.

Le travail sur le mémoire professionnel m'a conduit...

- à m'interroger sur la discipline enseignée.
- à m'interroger sur les méthodes d'enseignement.
- à m'interroger sur les difficultés des élèves.
- à m'interroger sur ma propre pratique.
- à modifier mon point de vue sur les élèves.
- à modifier ma façon de préparer les séances d'enseignement.
- à modifier des contenus d'enseignement.
- à modifier ma pratique en classe.

Le travail sur le mémoire m'a permis...

- de me familiariser avec la didactique de ma discipline.
- de me familiariser avec les recherches sur l'enseignement.
- de mieux me préparer à l'exercice de mon métier.