

DIDACTIQUE ET FORMATION DES ENSEIGNANTS

Des recherches en didactique des sciences à la formation des enseignants : quels liens, quelles interactions ?

**Patricia Schneeberger
Éric Triquet**

recherche en
didactique et
formation : des
liens renforcés...

Depuis environ trente ans, des ponts se sont établis entre la recherche en didactique et la formation des enseignants, avec pour perspective de favoriser l'évolution des pratiques des enseignants. La didactique des sciences a contribué à élaborer des outils théoriques et pratiques à destination des formateurs, dont certains ont participé activement à ces travaux. Par ailleurs, pour définir les contenus et les modalités de leurs plans de formation initiale et continue, certains Instituts de formation ont sollicité la contribution de chercheurs en didactique. Les liens entre didactique et formation se sont donc resserrés ; nous en voulons pour preuve que la plupart des contributions réunies ici proviennent d'équipes des Instituts universitaires de formation des maîtres (IUFM). Les formateurs représentent en effet les médiateurs privilégiés des transferts de la recherche vers la formation.

Cependant l'introduction de l'approche didactique dans les pratiques de formation peut prendre des formes diverses et se heurte à de nombreuses difficultés. La complexité des relations entre ces deux champs appelle en effet toute une série de questions à propos desquelles les auteurs de ce numéro apportent différents éclairages, en se basant sur des exemples de pratiques de formation.

... mais
une transposition
sélective

En premier lieu quels sont les espaces de rencontre entre la recherche et la formation ? Quelle est la nature des interactions et des échanges ? La formation serait-elle surtout, comme on l'estime traditionnellement, un lieu privilégié de diffusion et d'application des résultats de la recherche ? Ou, au contraire, serait-elle aujourd'hui un lieu réflexif, source de nombreuses hypothèses et analyses sur son propre fonctionnement ? Et, plus spécifiquement, comment envisager la relation didactique/formation des enseignants ? Comme une problématisation de la formation par rapport aux spécificités d'une part des différents niveaux d'enseignement, d'autre part des disciplines scientifiques ? Par ailleurs envisage-t-on une didactique pour former ou une didactique pour penser la formation ?

Au-delà de ces interrogations, se pose donc la question de la transposition des résultats de la recherche en didactique. Quels sont les objets et composantes majoritairement trans-

posés ? Quel est le cheminement suivi par ces éléments ? Quels sont les obstacles rencontrés ? Qui prend en charge ces transferts, selon quelles procédures, au regard de quelles exigences ? Au nom de quelles validations ?

Didactique et acquisition de compétences professionnelles

des recherches
sur l'enseignement
à la didactique
en formation
des enseignants

La formation des enseignants vise à faire acquérir des compétences professionnelles pour permettre à l'enseignant de faire face à des situations inattendues. Présentée comme outil de prévision et de régulation, la didactique peut en effet faciliter la gestion des situations d'enseignement. Ainsi donc, le corpus des recherches en didactique développé sur le terrain de l'enseignement a-t-il constitué à l'origine un matériau de choix pour les formateurs d'enseignants.

Cependant Ludovic Morge constate que les recherches en didactique des sciences se sont centrées sur l'étude des conditions propices aux apprentissages en analysant finement les situations proposées aux élèves (contenus abordés, objectifs, tâches proposées aux élèves) et en observant leur impact sur l'évolution des conceptions des élèves. D'après lui, ces recherches ont donc laissé de côté "*la description du rôle tenu par l'enseignant*". Actuellement, les situations élaborées dans le cadre de la recherche sont proposées aux enseignants, ce qui pose le problème de leur appropriation par des enseignants éloignés du milieu de la recherche. Les formateurs doivent donc fournir aux enseignants des aides permettant d'assurer la gestion de ce type de situations.

faire évoluer
les représentations
et les pratiques

L'auteur s'interroge sur la relation entre les pratiques effectives des enseignants et leurs propres représentations épistémologiques et didactiques. En se référant aux travaux conduits par Orlandi (1991), Hirn (1995) et Robardet (1998), il postule une relative indépendance entre ces représentations, qui évoluent, et les pratiques qui restent stables. Toutefois, l'introduction de conceptions épistémologiques et didactiques en situation de formation peut aider l'enseignant à orienter sa pratique à condition que l'adéquation entre conceptions et pratique devienne un objectif de formation.

Or, semble-t-il, les enseignants débutants ne maîtrisent pas suffisamment les conceptions épistémologiques et didactiques qui sous-tendent les pratiques socio-constructivistes pour atteindre une certaine autonomie dans la gestion des séances. Mais, sous certaines conditions, une évolution peut être observée simultanément sur les pratiques des formés et sur leurs représentations épistémologiques et didactiques. Ce constat formulé par Ludovic Morge plaide en faveur d'une interaction entre les pratiques et les représentations des enseignants et montre la complexité des relations entre ces deux composantes de la formation. Dans leur article, J. M. Boilevin et A. Dumas-Carré confirment cette position et

proposent un dispositif de formation permettant de faire évoluer des enseignants débutants tant sur le plan théorique que du point de vue de leur pratique.

Pour Pierre Antheaume, la formation des enseignants du premier degré est un processus global qui intègre à la fois, de façon indissociable, la dimension personnelle, pédagogique et didactique. La formation professionnelle doit donc travailler simultanément plusieurs compétences de nature fondamentalement différente ; c'est à ce prix que se construit la polyvalence des enseignants, selon une conception qui s'inscrit dans une certaine transversalité et non dans une juxtaposition d'acquisitions.

C'est aussi ce que met en avant l'article de Patricia Marzin à propos de la formation des enseignants en matière de prévention du SIDA et d'éducation au risque. Dans le domaine des comportements sexuels, nous rappelle-t-elle, des composantes sociales, psychologiques et cognitives sont en interaction. Il importe donc, selon l'auteur, de privilégier une approche systémique des problèmes et de se dégager des modèles de prévention purement informatifs.

De même, R. Porlán et A. Rivero définissent un ensemble de connaissances professionnelles qui leur paraissent souhaitables dans le cadre d'un modèle formatif qui intègre plusieurs points de vue (les conceptions et expériences des professeurs, les problèmes pratiques, les connaissances professionnelles). Ils présentent un mode d'organisation en système qui peut permettre de construire ces connaissances spécifiques en établissant des relations entre elles pour les faire interagir.

Après avoir caractérisé les composantes habituelles du savoir professionnel par leur niveau insuffisant d'intégration et d'organisation, R. Porlán et A. Rivero analysent les sources principales du savoir professionnel "souhaitable" : les connaissances disciplinaires, les connaissances métadisciplinaires et l'expérience professionnelle. Ils considèrent les didactiques spécifiques comme un savoir de synthèse et au-delà comme un savoir pour l'action absolument nécessaire dans la formation des enseignants.

La question du choix des savoirs didactiques nécessaires pour la formation

Les formateurs utilisent de plus en plus les travaux de recherche en didactique des sciences en se référant soit à des travaux publiés dans des revues spécialisées, soit à leur propre contribution à des recherches dans ce domaine. D'abord réservés à l'usage des chercheurs, certains concepts de didactique des sciences sont ainsi enseignés dans le cadre de la formation des enseignants.

Quels sont les concepts de la didactique qui paraissent incontournables en formation ? Comment sont-ils présentés aux formés, avec quels objectifs ? Quelles sont les fonctions

le corpus des didactiques : un savoir de synthèse orienté vers l'action

attribuées aux données de la didactique dans la formation des enseignants ? Quelles sont les difficultés rencontrées par les formés pour acquérir ces savoirs ?

L'article de Monique Saint-Georges apporte des éléments de réponse à ces questions en se référant à une recherche qui s'inscrit dans le cadre de la formation initiale des professeurs de Sciences Physiques. L'auteur utilise à cette occasion un outil emprunté à des travaux de recherche en didactique : l'analyse linguistique des conversations scolaires. Elle l'applique à l'étude, par les professeurs stagiaires, des dialogues enregistrés dans leurs propres classes en la croisant avec l'analyse de l'interaction didactique. L'introduction de différents concepts de didactique se fait a posteriori selon différentes procédures. En effet, si les concepts de conceptions des élèves, de conflit socio-cognitif, de situation-problème sont abordés après en avoir envisagé les "manifestations" dans le contexte de la classe, d'autres concepts sont travaillés sans être explicitement définis. C'est le cas lorsque les stagiaires analysent le vocabulaire utilisé par les élèves et le professeur, prenant ainsi conscience de leurs propres conceptions et des différents registres possibles, selon qu'ils font appel au langage scientifique ou au langage usuel. C'est un des aspects originaux de ce travail qui conduit les étudiants à reconsidérer leur propre compréhension des concepts qu'ils enseignent et de cerner le sens que les élèves attribuent aux expressions utilisées pour les évoquer. L'analyse des mots dans leur relation avec leur contexte d'utilisation permet ainsi de montrer l'intérêt d'analyser les concepts enseignés et de repérer le niveau conceptuel (ou niveau de formulation) qui peut être attendu de la part des élèves de seconde. Cette expérience laisse entrevoir une extension possible pour la formation des enseignants dans la mesure où les outils proposés permettent de caractériser plusieurs profils d'intervention en classe et de faire des propositions allant vers la personnalisation de la formation. Le problème du réinvestissement dans les pratiques reste cependant posé.

J. M. Boilevin et A. Dumas-Carré ont choisi d'introduire dans la formation initiale des enseignants de sciences physiques un modèle d'activité de résolution de problèmes élaboré dans le cadre de recherches didactiques. Ce modèle repose sur trois appuis théoriques :

- le point de vue socio-constructiviste, accordant une grande importance au concept d'intersubjectivité (échanges de point de vue entre individus) ;
- le concept didactique de pratique sociale de référence, désignant les activités sociales pouvant servir de référence aux activités scolaires (ici le chercheur scientifique résolvant un problème) ;
- le point de vue épistémologique, considérant les connaissances comme des constructions validées et partagées par la communauté scientifique.

un modèle
de résolution
de problème en
formation initiale

Les auteurs présentent ce modèle aux stagiaires par l'intermédiaire de documents élaborés par les formateurs, donnant un aperçu des recherches sur les activités de résolution de problèmes en physique et de deux articles de recherche. Les stagiaires doivent ensuite construire une séquence de classe respectant le cadre fixé par le modèle ; ils la mettent en œuvre et ils l'analysent. Ce travail montre que les stagiaires ont rencontré quelques difficultés pour appréhender toutes les composantes du modèle proposé : les aspects organisationnels sont respectés sans que les enjeux psychologiques, didactiques et épistémologiques soient réellement compris. Les formateurs ont demandé aux stagiaires de produire une nouvelle séquence et ont centré la formation sur l'évolution des pratiques en se focalisant sur les interventions du professeur.

"le didactique" :
un socle
commun utile
en formation

D. Malafosse et A. Lerouge postulent la nécessité d'un fond de concepts, de modèles et d'instruments communs (ce que Caillot et Raïsky appellent le didactique), utile en formation pour conduire des analyses de phénomènes d'enseignement/apprentissage. Dans ce qu'ils appellent un "socle commun" entrent différents concepts forgés dans différentes didactiques : notion de conception, notions de situation, de système et de contrat didactique, notions de transposition, de rapport au savoir, de situation-problème. Les auteurs ajoutent à cet ensemble un modèle d'analyse des processus de conceptualisation, issu de leurs recherches, qu'ils présentent aux professeurs stagiaires de physique et de mathématiques dans le but de les préparer à des analyses de nature inter-didactique.

La question de la transposition des résultats de la recherche

L'utilisation des acquis de la recherche en didactique dans un autre contexte s'accompagne inévitablement d'une réorganisation de ces données. Il serait intéressant d'analyser les effets de transposition qu'entraîne le passage du domaine de la recherche à celui de la formation. Il conviendrait également de clarifier les conditions de faisabilité des approches didactiques. Cela conduit à répondre aux questions suivantes :

du domaine
de la recherche
à celui de
la formation : quelle
transposition ?

- quelles sont les transformations et les éventuelles distorsions que subissent les résultats des recherches didactiques quand ils sont repris en formation ?
- dans quelle mesure les données de la recherche peuvent-elles être transposées dans les pratiques des enseignants sans déformations abusives tout en tenant compte des multiples contraintes liées au contexte scolaire ?

L'article J. M. Boilevin et A. Dumas-Carré témoigne de la nécessité de penser la transposition d'un modèle issu de la recherche vers la formation. L'utilisation de ce modèle en formation a conduit les auteurs à construire de nouveaux outils visant à repérer les difficultés et réussites des

stagiaires dans la gestion des activités. Le modèle est ainsi détourné de sa fonction première, l'enjeu de la formation étant de favoriser l'objectivation des pratiques enseignantes.

Pierre Fillon propose un modèle permettant de décrire la démarche de transfert des résultats d'une recherche en didactique en contenus de formation jusqu'à leur mise en œuvre. Ce modèle s'inspire de la théorisation de la transposition didactique (Chevallard, 1985) et comprend plusieurs phases :

- phase de décontextualisation et de dépersonnalisation des résultats de la recherche : réalisée par les chercheurs, cette phase permet de déboucher sur une généralisation des faits se rapportant aux savoirs enseignés et aux pratiques pédagogiques observées ;
- phase de détermination des contenus de formation réalisée conjointement par les chercheurs et les formateurs. Cette phase passe par un travail d'appropriation des résultats de la recherche par les formateurs et nécessite de mettre en relation les différents résultats de la recherche dans le fonctionnement du système didactique, selon un point de vue systémique. Elle consiste également à choisir un dysfonctionnement mis en évidence lors de l'analyse des pratiques, choix qui déterminera les objectifs du projet de formation ;
- phase d'élaboration de la situation de formation, pour laquelle les chercheurs et les formateurs s'appuient sur différents concepts de didactique : théorie des situations de Brousseau, obstacles à l'apprentissage, modèle pédagogique constructiviste. Cette phase doit permettre d'opérer une recontextualisation des savoirs de formation ainsi qu'une repersonnalisation ;
- phase de mise en œuvre de formation, réalisée par les formateurs.

L'auteur analyse les modifications subies par les faits et les outils sélectionnés dans la recherche lors de leur transposition en contenus de formation. Il constate des différences dans la position des faits par rapport au cadre de référence : selon le domaine, les faits apparaissent comme des résultats ou comme des éléments de construction de nouveaux savoirs. La transposition des outils (scénario conceptuel et taxonomie des tâches des élèves) se traduit par des changements dans leur statut : s'ils conservent certaines de leurs fonctions (fonction d'analyse et de communication), ils en acquièrent de nouvelles en devenant des outils de construction de séquences d'enseignement et outils d'auto-analyse *a posteriori*. Ainsi, dans la formation les outils de la recherche acquièrent le statut d'instruments d'aide à la décision. Cette analyse s'applique également aux outils que Monique Saint-Georges introduit dans la formation pour analyser les pratiques des enseignants débutants.

En outre, Pierre Fillon évoque les limites de son modèle de transfert en s'interrogeant sur les conditions d'efficacité et de

faisabilité de la formation mise en œuvre. Une évaluation de la démarche proposée montre la nécessité de prendre en compte plusieurs paramètres :

- le rapport au savoir des stagiaires,
- leurs conceptions sur l'apprentissage,
- leurs pratiques professionnelles antérieures.

La question des modèles qui sont privilégiés en formation

Pour promouvoir certaines pratiques pédagogiques, certains chercheurs se fondent sur le principe d'isomorphie entre les situations de formation et les situations d'enseignement et préconisent de faire vivre aux formés des situations basées sur les thèses constructivistes.

D'autres modèles spécifiques se sont développés : formation par la recherche (dans le cadre du mémoire professionnel), formation par l'observation des élèves ou par l'analyse de corpus.

Dans quelles conditions ces modèles sont-ils efficaces ? Que peut-on attendre de ces pratiques de formation ? Quelle formation suppose l'utilisation de ces techniques par les formateurs ?

Analysant les tendances existantes dans la formation du corps enseignant, R. Porlán et A. Rivero répertorient quatre modèles en fonction du type de savoir considéré comme prioritaire dans la définition du savoir professionnel. Les trois premiers modèles (respectivement fondés sur la primauté du savoir académique, sur la primauté des compétences techniques, sur l'expérience empirique acquise dans le contexte scolaire) leur paraissent insuffisants pour résoudre les problèmes spécifiques de la profession enseignante.

Selon les auteurs, les choix retenus par ces modèles opèrent une réduction et une simplification épistémologique qui laissent l'enseignant démuni face à la complexité des problèmes de la profession. À l'inverse, le dernier type de modèles qu'ils présentent, fondé sur l'analyse critique dans une perspective épistémologique conduit à une véritable interaction régulatrice entre la théorie et la pratique.

Dans leur article, D. Malafosse et A. Lerouge présentent un projet innovant de formation des professeurs stagiaires de mathématiques et de sciences physiques expérimentés à l'IUFM de l'académie de Montpellier. Le dispositif de formation qu'ils ont mis en place repose sur un modèle interdidactique d'analyse des processus de conceptualisation ; il vise à aider les formés à penser les continuités et les ruptures entre ces deux disciplines. Partant de la critique d'une formation didactique exclusivement mono-disciplinaire, les auteurs proposent de développer chez les professeurs stagiaires de physique et de mathématiques une aptitude à conduire une analyse co-disciplinaire de difficultés d'apprentissage.

une diversité
des modèles
en formation

un modèle
inter-didactique

Les travaux de J. M. Boilevin et A. Dumas-Carré, comme celui de L. Morge, portent sur l'accompagnement au mémoire professionnel. Les dispositifs qu'ils décrivent ne peuvent être mis en œuvre qu'avec un groupe restreint de formés. Par ailleurs, ils reposent sur une bonne connaissance du modèle proposé par les formateurs, qui ont participé à son élaboration.

Patricia Schneeberger et Colette Gouanelle décrivent un exemple d'évolution des pratiques déterminée par la participation à une recherche en didactique. Une recherche associant Institut national de recherche pédagogique et Instituts universitaires de formation des maîtres a donné à l'équipe d'Aquitaine l'occasion d'associer des formateurs de terrain à une réflexion approfondie sur les fonctions du langage dans les apprentissages scientifiques. Les auteurs montrent comment elles se sont appuyées sur l'analyse des pratiques d'écriture pour aider un enseignant à faire évoluer ses pratiques pédagogiques en biologie.

L'article de Pierre Antheaume propose une conception différente de la formation dans laquelle la didactique occupe une place originale en tant qu'elle sert de guide à l'élaboration des situations de formation. Trois principes en effet sont pris comme références : accepter l'imprévisible, se décentrer, se limiter. L'originalité de cette contribution tient à la mise en parallèle de ces principes dans trois domaines : le champ scientifique, le champ didactique, le champ personnel. L'auteur propose ainsi une transposition en trois volets : après avoir montré l'importance de ces trois principes dans la recherche scientifique (comme pratique sociale de référence), il les applique aux situations d'apprentissage et les traduit en capacités à travailler en formation. Ainsi, pour lui, l'acquisition d'une compétence d'enseignant généraliste requiert de s'entraîner à :

- recevoir et à gérer l'événement qui survient ;
- se resituer personnellement en questionnant ses conceptions sur la science et sur l'enjeu des activités scientifiques ;
- limiter ses interventions et les adapter aux types d'activités de la classe.

Pierre Antheaume définit les exigences auxquelles doivent répondre les situations de formation :

- partir de la logique des acteurs pour atteindre une certaine décontextualisation de la réflexion ;
- favoriser l'expression personnelle des participants et instaurer un dialogue au sein du groupe ;
- proposer au groupe une situation à deux temps : un temps où il agit sur un support biologique, un temps où il conduit une analyse à partir de ce premier moment.

La question du réinvestissement dans les pratiques

La plupart des formations professionnelles se situent dans la continuité des pratiques habituelles de la profession concernée. Ce n'est pas le cas de la formation professionnelle

des enseignants dont la finalité est en général d'induire un renouvellement des pratiques pédagogiques. La didactique des sciences est utilisée avec cette perspective mais le réinvestissement dans les pratiques est encore aléatoire.

quelles conditions
pour
un réinvestissement
dans les pratiques ?

Les recherches portant sur les pratiques des enseignants scientifiques ont mis en évidence des résistances face aux modalités de gestion de classe que proposent les recherches didactiques. Ce constat s'applique également aux professeurs débutants qui sont fortement influencés par les pratiques qu'ils ont connues en tant qu'élèves. L'inquiétude bien légitime qui les anime, les conduit à privilégier des pratiques connues, propres à les rassurer. De ce point de vue, une question bien embarrassante a été soulevée à l'occasion de l'un des ateliers de l'assemblée Générale de l'ARDIST (Association pour la Recherche en Didactique des Sciences et des Techniques), en octobre 2000 : la prise de recul que permet la didactique peut-elle se faire sans accroître cette insécurité, en même temps que la mise en question des "allant-de-soi" pédagogiques ?

Aussi, comment opérer la rupture épistémologique nécessaire pour accéder à une autre conception de l'enseignement et à un renouvellement des pratiques ?

Certains auteurs (E. Roletto, G. Robardet) ont repéré, à l'issue d'enquêtes auprès d'enseignants scientifiques, des représentations contradictoires avec les approches didactiques. Aussi une question demeure-t-elle : à quelles conditions les dispositifs de formation peuvent-ils contribuer à l'évolution des positions épistémologiques et psychologiques des enseignants ?

faire évoluer
les conceptions

R. Porlán et A. Rivero font référence à la "*zone proximale de développement*" de Vigotsky pour expliquer comment peuvent évoluer les conceptions des professeurs et les pratiques qui y sont attachées. Ces évolutions font entrer en jeu de façon conjointe des facteurs extérieurs au corps enseignant (logique disciplinaire, efficacité technique, intérêts des politiques de l'éducation..) et des facteurs internes (intérêts et attentes personnelles, expériences propres...).

Ludovic Morge s'intéresse à la gestion des interactions enseignant-élèves et analyse une action de formation visant à acquérir la compétence à interagir en classe de sciences dans une perspective socio-constructiviste. Il s'agit d'un essai conduit avec deux professeurs stagiaires de sciences physiques dans le cadre de leur mémoire professionnel. L'objectif de cette formation était de permettre à ces stagiaires de se dégager d'un enseignement transmissif et dogmatique, qui constituait leur approche dominante au départ. Cela devait les conduire à abandonner leur propension à utiliser des arguments d'autorité et à prendre davantage de risques face aux solutions, souvent inattendues, proposées par les élèves.

Pour caractériser les pratiques de classe, les auteurs distinguent fréquemment deux pôles qu'ils définissent de façon

développer
un autre rapport
aux élèves
et au savoir

assez convergente. Le premier pôle désigne le plus souvent une pédagogie transmissive, à tendance dogmatique, où l'enseignant garde le contrôle des réponses et des productions des élèves. Le deuxième pôle, à l'opposé du premier, tient compte des apprenants et tente de déclencher une appropriation du savoir par les élèves en provoquant une interrogation personnelle de ceux-ci. La volonté de faire évoluer les enseignants vers le deuxième pôle apparaît chez plusieurs auteurs qui proposent des situations de formation susceptibles d'aller dans ce sens. Cela passe par l'instauration d'un nouveau rapport aux élèves mais aussi un nouveau rapport au savoir.

mettre en œuvre
un suivi régulier
des formés

Ces différentes études font apparaître des obstacles :

- les enseignants résistent à changer de façon d'enseigner pour s'aventurer dans de nouvelles modalités incertaines : ils hésitent à mettre en péril la reconnaissance de leurs compétences professionnelles aux yeux des élèves, des parents et des autres enseignants ;
- les enseignants doutent de leur capacité à gérer des situations de co-construction, d'autant plus qu'ils pensent manquer de moyens pour mettre en doute certaines représentations des élèves.

À cela s'ajoutent d'autres difficultés :

- les enseignants (surtout les débutants) savent mal évaluer ce qu'ils peuvent attendre des élèves ;
- les enseignants sous-estiment *a priori* les capacités des élèves face à des tâches d'un niveau cognitif plus élevé.

Il en résulte que les enseignants ont tendance à limiter les perturbations que pourrait provoquer l'introduction d'une nouvelle pratique laissant une grande autonomie aux élèves. La formation doit leur permettre de les rassurer sur l'efficacité de la démarche proposée par une meilleure appréciation des enjeux des situations didactiques.

Pour rendre les changements de pratiques plus durables, P. Schneeberger et C. Gouanelle suggèrent un véritable accompagnement et un suivi régulier des formés.

Des perspectives

La didactique des sciences ne peut prétendre à l'exclusivité des apports nécessaires à la formation pour enseigner les sciences. D'autres points d'appui peuvent être utilisés, empruntés à différents domaines des sciences de l'éducation, voire même à d'autres champs.

s'ouvrir à
d'autres
disciplines

Il est possible d'envisager des collaborations avec des chercheurs appartenant à des disciplines différentes (philosophie, psychologie, linguistique) ou à des formateurs spécialisés dans d'autres didactiques (français, histoire...). La recherche sur les pratiques d'écriture en sciences, à laquelle se réfèrent P. Schneeberger et C. Gouanelle, en est un exemple. Monique Saint-Georges propose une utilisation croisée des regards du

didacticien des sciences et du linguiste dans la formation de professeurs stagiaires de physique.

L'idée de s'appuyer sur la collaboration entre différents spécialistes pour l'analyse des situations apparaît dans plusieurs contributions. Cela suppose que chacun des domaines sollicités réexamine ses modèles pour les rendre fonctionnels dans le champ de la formation des enseignants, que ce soit dans un contexte inter-didactique ou dans une perspective monodidactique. S'agit-il d'une simple transposition des données de la recherche ou faut-il envisager une véritable "re-problématisation" pour permettre l'articulation entre la théorie et la pratique dans la formation des enseignants ?

Patricia Marzin, dans le contexte particulier de la prévention aux risques, prolonge ce questionnement lorsqu'elle souligne à la fois le caractère incontournable de l'approche interdisciplinaire dans ce domaine et la difficulté de combiner des approches qui renvoient à des référents théoriques très éloignés.

À l'idée de simple juxtaposition de contenus de différentes sources, R. Porlán et A. Rivero opposent l'idée d'un profond travail de réélaboration et de transformation épistémologique et didactique autour des problèmes de la pratique professionnelle. Ils proposent un ensemble de problèmes et de sous-problèmes pour organiser la recherche professionnelle et servir d'appui au processus de reconstruction de la connaissance et de l'action des professeurs.

La formation des enseignants, telle qu'elle a été redéfinie depuis la création des Instituts universitaires de formation des maîtres apparaît en fait comme un espace en pleine restructuration du point de vue de son rapport à la recherche. S'il est évident qu'elle emprunte abondamment aux recherches menées sur le terrain de l'enseignement, qui est, en définitive, celui de ses formés, il n'en demeure pas moins qu'elle tend à construire peu à peu des objets de recherche originaux et spécifiques.

Par ailleurs, les choix de transferts ne sont certes pas quelconques au regard de la recherche. On peut parier que, ponctuellement ou en profondeur, dès à présent ou à plus long terme, ils viendront, de façon spécifique, interroger en retour les recherches auxquelles ils se rapportent.

Enfin pour ouvrir ce numéro sur une touche positive rappelons que la didactique des sciences est encore jeune et que cependant nombre de ces concepts sont déjà en usage. Une voie est ouverte, il reste à construire des outils destinés à être naturalisés dans la formation des enseignants.

se recentrer sur
des problèmes
liés à la pratique
professionnelle

Patricia Schneeberger,
IUFM d'Aquitaine, DAEST Université Bordeaux 2
Éric Triquet,
IUFM de Grenoble, LIDSET Université Grenoble 1

DES RÉSULTATS D'UNE RECHERCHE EN DIDACTIQUE À LA DÉFINITION ET LA MISE EN SITUATION DE CONTENUS DE FORMATION

Pierre Fillon

Des situations de formation construites dans le but de permettre à des stagiaires de s'approprier des produits d'une recherche en didactique ont été expérimentées et analysées, dans plusieurs disciplines, il y a quelques années à l'INRP.

Après une réflexion générale sur les origines possibles des contenus de formation, le processus par lequel ces résultats de recherche ont été transformés en contenus de formation jusqu'à leur mise en situation dans les stages sera présenté. Les différentes phases de la démarche générale de transfert seront illustrées par celles suivies dans l'une des disciplines des sciences expérimentales (chimie).

L'efficacité et la faisabilité de la démarche générale suivie entre recherche et formation sera testée en s'appuyant sur une analyse de données recueillies au cours de la réalisation des modules de formation.

élucider et
formaliser
des démarches
de transfert...

Le département "Didactiques des Disciplines" de l'INRP a conduit, il y a quelques années, une recherche intitulée : "Un transfert de connaissances : des résultats d'une recherche en didactique à la définition de contenus de formation" (J. Colomb, 1999). L'objet de cette recherche correspond à une forte demande des institutions de formation dans les différentes disciplines scolaires ; aussi, cette recherche a conduit à élucider et à formaliser la démarche suivie par les différentes unités disciplinaires du département. Cependant, ce thème ayant été fort peu étudié jusqu'alors, la recherche a gardé un caractère exploratoire. Elle concernait six disciplines (anglais, chimie, éducation physique et sportive, français, histoire-géographie-sciences économiques et sociales et sciences de la vie et de la Terre).

... entre
une recherche
en didactique
et...

Cette recherche faisait suite à une recherche descriptive, elle aussi pluridisciplinaire : "Les enseignements en troisième et en seconde ; ruptures et continuités" (J. Colomb, 1993). Son sujet était la comparaison d'un objet d'enseignement précis dans ces deux classes. Dans chaque discipline et à chaque niveau, une dizaine de séquences d'enseignement ont été observées dans des établissements différents ; les données recueillies ont été analysées avec une perspective comparatiste. Pour les deux niveaux de classe, cette analyse a permis d'identifier des invariants mais aussi des différences concernant les savoirs enseignés, la dynamique d'enseignement, les types d'activités des élèves et l'évaluation. Cette recherche sera nommée dans la suite de l'article "recherche A 3/2".

... la définition et la mise en situation de contenus de formation

Le passage de résultats de cette recherche à des contenus de formation et à leur mise en situation dans des séances de formation a servi de support à l'analyse des transformations effectuées dans la recherche sur la formation.

Dans la première partie de cet article, nous présenterons, d'une façon générale, les origines des contenus de formation en s'appuyant sur celles des savoirs scolaires qui ont été mieux étudiées.

Ensuite, dans une deuxième partie, nous expliciterons la démarche transdisciplinaire suivie pour transférer des résultats d'une recherche en didactique en contenus de formation jusqu'à leur mise en œuvre dans des situations de formation. Chacune des phases de la démarche générale sera illustrée par celles réalisées en chimie.

Nous procéderons ensuite, dans une troisième partie, à l'analyse des modifications subies par les faits et les outils sélectionnés dans la recherche A 3/2 lors de leur transposition en contenus de formation.

Dans une quatrième partie, nous exposerons et commenterons quelques résultats de la mise en place des contenus de formation retenus dans la discipline lors de stages en formation initiale et continue.

Enfin l'analyse de ces résultats en terme d'efficacité et de faisabilité constituera une évaluation de la démarche de transfert des résultats de la recherche Articulation troisième-seconde en contenus de formation.

1. DES RÉFÉRENCES POUR LES SAVOIRS SCOLAIRES ET LES CONTENUS DE FORMATION

Pour analyser le phénomène de transposition concernant les contenus de formation, il est nécessaire de mieux connaître les différentes origines possibles de ces savoirs. Pour cela, nous avons fait l'hypothèse d'un isomorphisme avec les origines des savoirs scolaires. Rappelons rapidement les différentes références des savoirs scolaires et montrons que le poids de ces références n'est pas le même selon l'épistémologie des disciplines dans trois exemples contrastés.

1.1. Les origines des savoirs scolaires

Les savoirs scolaires se réfèrent à d'autres savoirs ou pratiques qui leur servent d'origine et de légitimation.

Le concept de transposition didactique a été formalisé par M. Verret (1975) et repris par Y. Chevallard (1985 ; 1991) en didactique des Mathématiques. En analysant les transformations du "savoir savant" en "savoir à enseigner" (ou savoirs scolaires) puis en "savoir enseigné" ce concept a permis une avancée décisive dans ce domaine d'étude. Cet outil permet au

le concept de transposition didactique permet d'analyser...

didacticien d'exercer une "vigilance épistémologique" sur les savoirs scolaires. Il permet en effet à quiconque l'utilise de perdre l'illusion de la transparence selon laquelle le savoir à enseigner en Mathématiques ne serait qu'un décalque du savoir savant. On peut mettre ainsi en évidence la distance, souvent considérable voir dans certains cas la contradiction, entre ces deux sortes de savoirs.

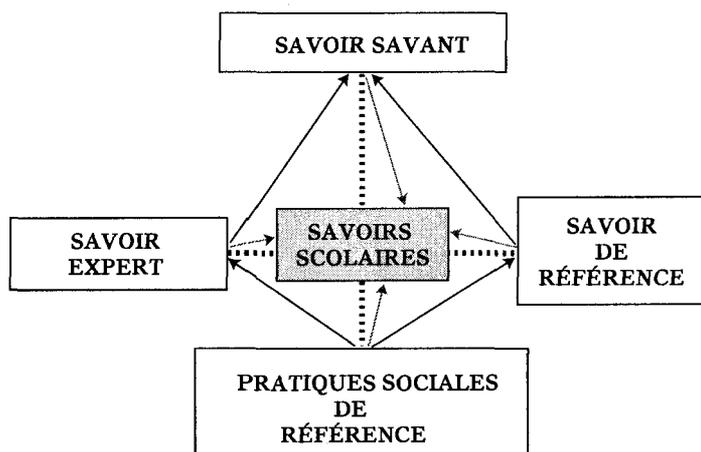
Cette approche, très spécifique des mathématiques, ne convient pas aux autres disciplines dans lesquelles le savoir savant ne constitue pas la seule référence aux savoirs scolaires. Dans cette perspective, les savoirs scolaires, qui sont constitués par différents contenus disciplinaires, peuvent être caractérisés par quatre origines

... et
de rattacher
les savoirs
scolaires
à quatre
références

- **les pratiques de référence** (J.L. Martinand, 1986) qui sont des pratiques sociales (lectures, écritures, pratiques professionnelles, pratiques sportives,...). Elles ont été d'abord introduites en Sciences Expérimentales mais elles concernent toutes les disciplines.
- **les savoirs de référence** qui sont des savoirs sur les pratiques de référence. Ce sont des savoirs développés par théorisation sur le fonctionnement de ces pratiques.
- **les savoirs experts** (F.V. Tochon, 1993) qui sont des savoirs théorisés sur les pratiques des experts.
- **les savoirs savants** qui correspondraient aux savoirs académiques. Il faut remarquer que par tradition la discipline académique et la discipline scolaire portent en général le même nom ce qui ne va pas sans engendrer des difficultés.

On a pu montrer que ces différentes références existent aussi dans une moindre mesure en Mathématiques. Tous les savoirs et pratiques issus de ces références nécessitent des transformations afin d'en faire des objets enseignables.

Document 1.



La disposition tétraédrique choisie (document 1) n'implique aucune hiérarchie entre les quatre origines. Elles sont aussi légitimes les unes que les autres du point de vue des savoirs scolaires.

Les domaines de savoirs et de pratiques auxquels se réfèrent les différentes disciplines pour construire leurs savoirs scolaires n'ont pas la même importance d'une discipline à l'autre. Ainsi dans la représentation précédente les savoirs scolaires des différentes disciplines n'auront pas le même positionnement à l'intérieur du tétraèdre. À titre d'exemples, nous présenterons trois disciplines qui se distinguent par les places différentes qu'elles accordent aux domaines de référence pour l'élaboration de leurs savoirs scolaires.

Ainsi en Mathématiques, les savoirs scolaires sont issus très majoritairement des savoirs savants. Marginalement, des pratiques sociales (résolution de problèmes), des savoirs de références (algorithmes) et des savoirs experts (techniques opératoires) sont à l'origine de quelques savoirs scolaires. Dans le tétraèdre, le savoir scolaire de cette discipline est proche du sommet "savoir savant".

À l'opposé, en langues vivantes (Anglais), on ne saurait parler d'un savoir savant qui serait à l'origine des savoirs scolaires. La discipline est fondée sur une pratique de référence qui correspond à la langue utilisée par les autochtones en milieu naturel comme moyen d'expression. C'est un véhicule de culture et un outil de communication. Cette dimension pragmatique et instrumentale de la langue s'articule sur des savoirs de référence qui fournissent des outils destinés à éclairer le fonctionnement de l'activité langagière. Les savoirs experts de type traducteur/interprète interviennent peu dans la définition des savoirs scolaires. Le savoir scolaire de cette discipline se positionne, dans le tétraèdre, entre les pratiques sociales de référence et les savoirs de référence.

Enfin pour les sciences expérimentales et plus particulièrement la Chimie, la référence savante joue un rôle privilégié dans l'ensemble des références possibles. Traditionnellement les concepts, les lois et les modèles sont transposés du savoir savant dans le savoir scolaire en subissant entre autre une modification de leur niveau de formulation. Par contre, depuis une décennie, des savoirs issus de pratiques sociales de référence ont pris une place grandissante. Cela est particulièrement vrai dans le domaine des savoir-faire et des méthodes. La référence à la démarche de la recherche en science est de plus en plus présente dans les stratégies pédagogiques proposées dans le secondaire. On constate aussi que les thèmes retenus dans les programmes de chimie font aussi référence à des pratiques sociales (par exemple, dans le précédent programme de seconde, la chimie des champs et des jardins). Par contre, dans l'enseignement général, les savoirs de l'expert ne sont jamais arrivés au niveau des savoirs à enseigner (sauf la percée récente des sciences de

les disciplines
n'occupent pas
la même posi-
tion dans le
tétraèdre

l'ingénieur au niveau des classes préparatoires). Le savoir scolaire de cette discipline se situe près du sommet du tétraèdre occupé par le savoir savant en se décalant depuis quelques années vers les pratiques sociales de référence et les savoirs de références.

1.2. Des références pour les contenus de formation

Nous avons fait l'hypothèse qu'une analyse analogue peut être mise en œuvre sur la question des références prises en compte pour élaborer les contenus de formation en didactique. Mais une différence notable les distingue des savoirs scolaires. Alors que ces derniers sont en grande partie constitués, comme nous l'avons déjà dit, par des contenus disciplinaires (savoirs, savoir-faire et méthodes), les contenus de formation sont surtout des comportements, des pratiques professionnelles. Dans cette perspective, les quatre origines auxquelles pourraient se référer les contenus de formation seraient les suivantes :

- **les pratiques enseignantes**, qui sont des pratiques professionnelles, déterminent directement des contenus de formation à partir des observations de classes ; ce sont celles qui ont été observées dans la recherche A 3/2 ;
- **les savoirs de référence** qui sont les savoirs théoriques développés sur les pratiques enseignantes par la recherche en didactique et par les sciences de l'éducation. À titre d'exemple, ce sont les savoirs qui ont été développés par la recherche A 3/2 ;
- **les savoirs experts** développés par théorisation sur les pratiques des enseignants-experts tels que les conseillers pédagogiques, les enseignants associés à des équipes de recherches, etc ... (F.V. Tochon, 1993) ;
- **les savoirs didactiques** seraient les savoirs académiques dans le cas de la formation. Ils comprennent un ensemble de concepts, de théories et de modèles didactiques élaborés partiellement à partir des savoirs experts et des savoirs de référence. Ils sont influencés par des concepts issus d'autres champs disciplinaires (psychologie, linguistique, sociologie, etc ...).

L'ensemble de ces pratiques et de ces savoirs sont susceptibles de devenir après transposition des contenus de formation. Dans la représentation qui suit (document 2), isomorphe à celle des savoirs scolaires, les quatre références possibles des contenus de formation, correspondant aux quatre sommets du tétraèdre régulier, ne sont pas hiérarchisées. Mais alors que le positionnement des savoirs scolaires dans le tétraèdre dépend essentiellement de la discipline et peu du professeur, celui des contenus de formation est très variable selon les formateurs et dépend peu des disciplines. Ainsi, les contenus d'une formation en didactique peuvent occuper à peu près toutes les positions possibles à l'intérieur de ce tétraèdre ce qui produira, bien évidemment, des résultats très différents sur les formés selon le positionnement choisi.

les contenus
de formation sont
principalement
des pratiques
professionnelles...

...ayant,
par analogie
aux savoirs
scolaires,
quatre origines

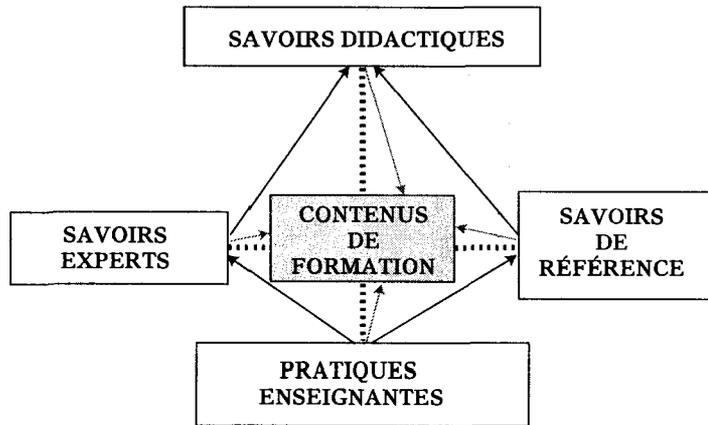
Document 2.

La recherche Articulation troisième-seconde correspond à la flèche :

PRATIQUES ENSEIGNANTES → SAVOIRS DE RÉFÉRENCE

La recherche sur la formation correspond à la flèche :

SAVOIRS DE RÉFÉRENCE → CONTENUS DE FORMATION.



2. UNE ANALYSE DE LA DEMARCHE DE TRANSFERT

2.1. La démarche générale

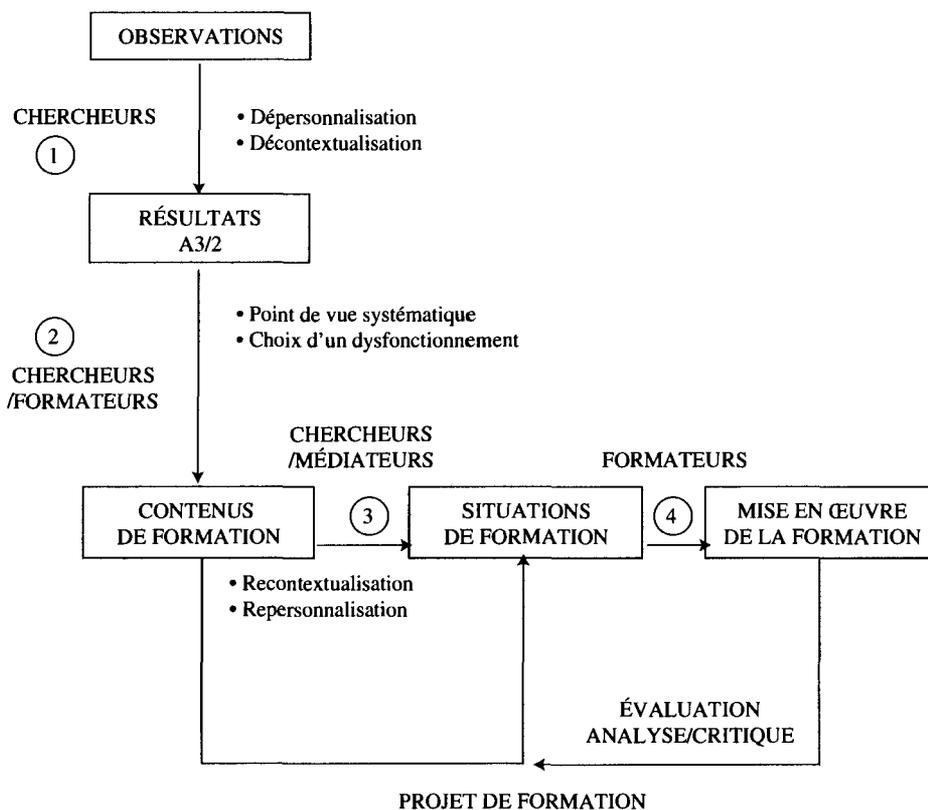
Les démarches suivies dans chaque unité disciplinaire dépendent de leurs propres caractéristiques (options personnelles, épistémologie de la discipline, type de formation envisagée,...). Une analyse et une confrontation des différentes procédures suivies a permis une élucidation et une formalisation d'une démarche générale résumée par le schéma qui suit (document 3). Cette démarche correspond à des orientations communes larges entre les disciplines engagées dans la recherche.

La démarche générale se compose de trois phases principales :

- la première phase est réalisée par les chercheurs de la recherche A 3/2 et comprend une décontextualisation et dépersonnalisation des pratiques observées dans les classes ;
- la deuxième phase est réalisée conjointement par les chercheurs et par les formateurs. Elle consiste à déterminer les contenus de formation en replaçant les résultats de la recherche A 3/2 dans le système didactique global des professeurs et à faire un choix de dysfonctionnements dans ce système ;

le tableau synoptique de la démarche générale de transfert comprend trois phases :

Document 3.



– la troisième phase de construction de la situation de formation par les formateurs avec les chercheurs en position de médiateur a conduit à recontextualiser et repersonnaliser les résultats retenus.

Explicitons et illustrons chaque phase de la démarche générale avec l'exemple suivi en chimie.

2.2. La phase 1 : De l'observation des classes aux résultats de la première recherche

Pour permettre une compréhension rapide par des formateurs mais aussi par d'autres chercheurs, il a été procédé tout d'abord à une décontextualisation et une dépersonnalisation des faits dégagés par la recherche A 3/2. Ces deux opérations, réalisées pendant la première recherche, ont permis de transformer un ensemble de faits invariants en résultats de recherche. Elles constituent la première phase de la démarche de transfert.

la première permet de décontextualiser et dépersonnaliser les pratiques enseignantes observées...

La **décontextualisation** consiste à sortir les faits observés de leur contexte en procédant à une généralisation dans un domaine de validité bien défini. En chimie, elle a été facilitée en ce sens où les invariants relevés correspondent à des savoirs enseignés et des pratiques pédagogiques qui se sont avérés quasiment identiques pour les différents professeurs observés. La généralisation a été contrôlée par des entretiens avec les professeurs et d'autres études réalisées dans le domaine. Pour sortir des contextes des différentes séquences observées, nous avons été amenés à faire abstraction de données telles que l'implantation des établissements, le niveau des élèves, le profil des professeurs, etc.

La **dépersonnalisation des résultats** consiste à détacher la démarche suivie et les résultats de recherche de la personne qui les a produits. En chimie, elle n'a pas été totalement conduite à son terme lors de la recherche A3/2. En effet, le cadre théorique, qui a permis au chercheur de les dégager, est resté trop apparent dans la présentation qui en a été faite. Les caractéristiques des savoirs enseignés et des pratiques pédagogiques, qui ont été relevées, n'ont pas été suffisamment replacées dans la logique de fonctionnement des professeurs. Cette dépersonnalisation des résultats a été terminée dans la phase 2 de la démarche de transfert.

Les principaux résultats de la recherche A3/2 qui ont servi de base à la recherche sur la formation en chimie sont les suivants :

- les activités expérimentales ne sont pas articulées avec les activités conceptuelles. Les concepts sont présentés aux élèves par le professeur qui, ainsi, ne les place pas en situation de les construire. Cette présentation est fugitive par rapport à l'activité expérimentale. Les tâches proposées aux élèves sont de bas niveau cognitif ;
- les modèles utilisés ne sont pas présentés comme des constructions de l'esprit. Leur fonction est essentiellement explicative.

Ces traits caractéristiques se retrouvent aussi bien en troisième qu'en seconde. Cependant, ces deux niveaux se distinguent par la nature des démarches d'introduction des concepts : elle est surtout inductive en troisième et plutôt déductive en seconde.

2.3. La phase 2 : la détermination des contenus de formation

Pour déterminer les objets de formation, ces résultats ont été transformés dans la seconde recherche de la manière suivante :

Par **l'adoption d'un point de vue systémique** qui consiste à mettre en relation les différents résultats dans le fonctionnement du système didactique. En chimie, pour s'approprier les résultats de la recherche A3/2 ainsi que sa logique, l'équipe de formateurs a éprouvé le besoin de resituer les pratiques observées dans la logique de fonctionnement des professeurs. Cela

les a conduit à rendre plus dynamiques les résultats de cette recherche et ainsi leur donner plus de sens. Dans cette phase, le chercheur a joué le rôle de médiateur pour les formateurs. Par contre, ces derniers lui ont permis de revisiter les résultats de la recherche A3/2 par leurs connaissances au quotidien des pratiques des professeurs sur le terrain. Ce travail d'appropriation des résultats de la recherche par les formateurs et de mise en perspective par le chercheur a permis l'achèvement de l'étape de dépersonnalisation de la phase précédente.

Par le **choix d'un dysfonctionnement** qui s'est fait lors de l'analyse systématique des pratiques des professeurs : l'absence d'articulation entre l'expérience et le concept qui ne permet pas sa construction par l'élève qui est maintenu la plupart du temps dans des tâches de bas niveau cognitif. En effet, l'équipe a été amenée à émettre l'idée que la majorité des professeurs pense que les élèves ne sont pas en mesure de construire eux-mêmes les concepts du programme qu'ils ont ainsi tendance à énoncer entièrement élaborés. Les professeurs ne s'appuient donc sur l'expérience que pour illustrer leurs propos. Ce fonctionnement dominant est conditionné par une gestion économique des savoirs et de la classe.

Par ailleurs, ce choix a été conforté par des raisons :

- institutionnelles : les faits relevés ne permettent pas le respect des Instructions Officielles ;
- stratégiques : les pratiques suggérées aux professeurs sont susceptibles de retenir leur intérêt dans la mesure où elles concernent une préoccupation exprimée par la majorité d'entre eux : l'apprentissage de la démarche expérimentale de nature hypothético-déductive. Celle-ci se situeraient dans une zone proximale de modification de leurs pratiques ;
- de cohérence avec le cadre théorique retenu pour la recherche.

2.4. La phase 3 : l'élaboration de la situation de formation

En adaptant à la formation, la théorie des situations de G. Brousseau (1986), nous avons imaginé, en chimie, des situations que les formés peuvent vivre et dans lesquelles les objets de formation vont apparaître comme une solution optimale et découvrable aux problèmes posés. Nous proposons ainsi une situation de formation en résonance avec celles que nous proposons aux stagiaires de faire vivre à leurs élèves. En cela nous avons mis en actes les propos de M. Develay (1994) : *"On utilise souvent le terme d'isomorphisme ou d'homomorphisme pour désigner le postulat selon lequel c'est en faisant vivre et analyser aux formés des situations proches au niveau des attitudes, des méthodes voire des contenus à celles que ceux-ci auront à faire vivre à leurs élèves que le formateur aide durablement ses formés à intégrer l'ensemble des procédures cognitives et affectives mises en jeu"*.

... la seconde,
de dégager
un dysfonctionnement
du système
didactique
comme contenu
de formation...

... et
la troisième,
la construction
d'une situation
de formation
isomorphe à
la situation
d'enseignement
visée

Document 4. Le scénario du module de formation initiale

<p>1. Mise en situation : Appropriation par les stagiaires d'une situation d'enseignement</p>	<p>1.1 Préparation d'une séquence d'enseignement (travail de groupe). 1.2. Présentation des différentes séquences réalisées.</p>
<p>2. Recherche des traits caricaturaux de deux séquences contrastées</p>	<p>2.1. Lecture individuelle du script de l'une des deux séquences d'enseignement proposées par le formateur. 2.2. Élaboration des saynètes caricaturales des deux séquences (travail de groupe). 2.3. Présentation des deux saynètes. 2.4. Comparaison des traits principaux des deux séquences.</p>
<p>Recherche personnelle entre la première et la deuxième journée de formation</p>	
<p>3. Analyse comparative des deux séquences</p>	<p>Analyse des rôles joués par les élèves et le professeur dans les deux séquences</p> <p>3.1. Mise en commun, dans chaque groupe, des résultats des recherches individuelles et approfondissement. 3.2. Présentation des synthèses produites. 3.3. Discussion collective orientée par le formateur sur les rôles joués respectivement par les élèves et le professeur.</p>
	<p>Analyse des tâches proposées aux élèves à l'aide d'une taxonomie</p> <p>3.4. Présentation par le formateur d'un premier outil d'analyse (la taxonomie) pour les tâches demandées aux élèves. 3.5. Retour au script : analyse des tâches demandées aux élèves dans chacune des séquences à l'aide de la taxonomie. 3.6. Analyse comparative individuelle des deux séquences du point de vue des tâches. 3.7. Discussion collective sur la nature différente des tâches proposées aux élèves dans les deux séquences. 3.8. Institutionnalisation à partir des résultats de la recherche A3/2</p>
	<p>Analyse des séquences avec le scénario conceptuel</p> <p>3.9. Présentation du deuxième outil d'analyse (le scénario conceptuel) et distribution des scénarios conceptuels des deux séquences. 3.10. Appropriation individuelle des deux documents. 3.11. Discussion collective sur les différences entre les stratégies adoptées dans les deux séquences. 3.12. Institutionnalisation à partir des résultats de la recherche A3/2.</p>
<p>Recherche personnelle entre la deuxième et troisième journée de formation</p>	
<p>4. Réinvestissement de résultats de la recherche dans la construction de séquences d'enseignement</p>	<p>4.1. Rappel des dysfonctionnements observés dans les pratiques d'enseignement. 4.2. Réinvestissement des contenus de formations acquis dans la préparation d'une nouvelle séquence d'enseignement (travail de groupe) 4.3. Présentation des différentes séquences. 4.4. Discussion collective sur les différentes séquences proposées</p>

Nous nous sommes aussi appuyés sur les travaux de J.-P. Astolfi et B. Peterfalvi (1993) relatifs aux obstacles à l'apprentissage au niveau de l'enseignement que nous avons adapté à la formation. Le modèle pédagogique implicite présent chez chaque professeur en formation constitue un noyau dur qui ne cède pas à la première attaque du formateur. Il constitue un obstacle à la formation et impose une double stratégie de formation :

- une déstabilisation du formé par rapport à sa propre pratique ou à ce qu'il en imagine ;
- une reconstruction pour élaborer une nouvelle pratique au moins aussi confortable que la précédente.

Quelque soit le statut des participants aux stages réalisés en chimie, nous avons fait l'hypothèse qu'ils n'avaient pas eux-mêmes fait l'expérience de construire progressivement des concepts disciplinaires au cours de leur formation personnelle. En conséquence, nous avons pensé qu'ils se méfieraient beaucoup de la méthode de nature constructiviste qui leur est proposée pour atteindre un tel objectif avec leurs élèves. C'est pour cela et pour les différentes raisons théoriques citées précédemment qu'il a été choisi de placer les stagiaires dans une situation de formation qui les amène à construire par eux-mêmes des contenus de formation relatifs à la pédagogie constructiviste. Par contre, il ne nous a pas semblé pertinent de placer ces enseignants, qui ont terminé leurs études disciplinaires, en situation de construire, dans leur propre discipline, des concepts qu'ils possèdent déjà.

Ainsi, dans le module de formation initiale dont le scénario est présenté dans le document 4, il a été choisi de mettre les stagiaires face à deux séquences d'enseignement contrastées portant sur le même objet d'enseignement : l'introduction, en classe de troisième, d'un premier niveau de formulation du concept de réduction lors de la réaction entre l'oxyde de cuivre II et le carbone et la consolidation du concept de réaction chimique. L'une des séquences est guidée par un modèle pédagogique de type transmissif, l'autre illustre le modèle pédagogique alternatif, de nature constructiviste, proposé par la recherche.

La construction de saynètes caricaturales des deux séquences a pour fonction de permettre aux stagiaires de mieux se les approprier et d'amorcer une comparaison. L'étude comparative des deux séquences est affinée par la mise à disposition des formés d'outils d'analyse utilisés pendant la recherche A3/2. Cette procédure permet **une recontextualisation des savoirs de formation** dans une situation de classe et **leur repersonnalisation** pour qu'ils deviennent ceux des formés (en leur permettant de s'identifier à l'une des démarches pédagogiques proposées). À cette occasion, les stagiaires sont amenés à expérimenter eux-mêmes une nouvelle façon d'apprendre qui devrait pouvoir les conduire à modifier leurs conceptions sur l'apprentissage.

cette phase a pour but de recontextualiser et repersonnaliser les savoirs de formation

Dans cette phase, il y a un changement de statut épistémologique du chercheur qui devient médiateur en abandonnant sa neutralité pour décider avec les formateurs d'une orientation pour la formation.

À la fin de la formation proprement dite, une phase **d'institutionnalisation des savoirs construits** est réalisée par un cautionnement scientifique : la mise en relation de ces savoirs avec les résultats dépersonnalisés et décontextualisés de la recherche A3/2 et d'autres recherches sur le sujet.

La dernière partie du stage, qui prolonge la formation analysée, permet à chaque participant au stage de réinvestir les contenus de formation dans la préparation d'une nouvelle séquence d'enseignement en étant contrôlé par ses pairs et guidé par le formateur-expert.

3. LES TRANSPOSITIONS DES FAITS ET DES OUTILS

La recherche A 3/2 a permis de mettre en évidence des faits (pratiques récurrentes des enseignants en sciences) à l'aide d'outils méthodologiques. La présente recherche a transformé les connaissances acquises sur certains de ces faits en contenus de formation. En outre, lors des stages, des outils méthodologiques de la recherche A 3/2 ont été utilisés par les stagiaires pour faciliter l'appropriation des contenus de formation. Entre recherche et formation, les faits et les outils méthodologiques ont changé de statuts.

Pour analyser ces changements de statuts, nous utiliserons le concept de transposition didactique, en l'adaptant au domaine de la formation.

3.1. La transposition des faits

Dans la recherche A 3/2, les faits dégagés sont des pratiques mises en œuvre par la majorité des professeurs pour gérer les savoirs à transmettre et les apprentissages des élèves. Ces faits récurrents sont des invariants dans le fonctionnement didactique d'un nombre limité de séquences d'enseignements.

Mais ces invariants de nature didactique ne prennent du sens que par rapport au cadre théorique que se sont fixés les chercheurs. Ce cadre est celui de la didactique des sciences et a comme référence un modèle constructiviste des apprentissages. Avec son éclairage, les faits apparaissent alors comme des dysfonctionnements du système didactique dans la classe. Ils permettent d'expliquer pourquoi certains objectifs, demandés par l'institution, ne sont pas atteints.

Ces mêmes faits prennent un sens différent si on les regarde à la lumière du cadre de référence des professeurs (qui s'arti-

cule autour d'un modèle pédagogique de type transmissif). Les pratiques relevées ne sont pas vécues comme des anomalies ; elles entrent dans la logique du fonctionnement didactique de la classe et ne sont pas saillantes par rapport à celui-ci.

selon le cadre
de référence
choisi,
les faits retenus
sont causes ou
non d'un
dysfonctionne-
ment

En effet, si le professeur pense que l'élève n'est pas en mesure de construire lui-même le concept visé dans la séance, il aura tendance à l'énoncer lui-même, entièrement élaboré. Le professeur ne s'appuiera sur l'expérience que pour illustrer son propos. Le seul apprentissage qu'il proposera à l'élève sera d'appliquer le nouveau concept dans des situations variées. Il n'est pas étonnant alors de constater l'absence d'articulation entre l'expérience et le concept et l'extrême fugacité de la phase de conceptualisation réalisée par le professeur. Dans cette logique, il est normal de ne pas demander des tâches cognitives de haut niveau aux élèves. Ces derniers sont alors cantonnés dans des rôles de récepteurs passifs et d'exécutants.

Dans la formation, les pratiques sélectionnées dans la recherche A 3/2 sont mises en évidence par contraste entre les deux séquences d'enseignement. La plupart des stagiaires n'ayant pas le cadre de référence de la recherche A 3/2, les pratiques constructivistes apparaissent comme une différence par rapport à leurs propres pratiques. Ainsi, la séquence constructiviste apparaît au professeur comme une séquence lui permettant de viser des objectifs que l'autre séquence ne permet pas d'atteindre. Ces aspects nouveaux (construction progressive du concept par l'élève au cours de va-et-vient avec l'expérience) suscitent la curiosité et l'intérêt des professeurs. Ils prennent alors conscience qu'il est possible de faire pratiquer une démarche expérimentale aux élèves pendant laquelle ces derniers seront en mesure de construire un nouveau concept.

la
confrontation
de deux
séquences
d'enseignement
contrastées
permet d'inclure
les savoirs
de formation

Les nouvelles pratiques envisagées n'apparaissent pas comme des dysfonctionnements du système didactique des professeurs. Elles ne sont pas jugées et donc vécues négativement. Cet effet est dû à la présentation des pratiques alternatives comme une ouverture par rapport à des pratiques traditionnelles. De plus, ces dernières ne sont pas dénigrées car elles sont jugées utiles dans certaines situations. Les pratiques visées par la formation émergent, aux yeux des stagiaires, comme des procédures pédagogiques nouvelles permettant d'atteindre avec les élèves des objectifs généraux du programme. Elles permettent au professeur de construire des références nouvelles pour gérer autrement le savoir à transmettre mais aussi les apprentissages des élèves.

Ainsi les faits n'occupent pas la même position par rapport au cadre de référence dans la recherche et dans la formation. Dans la recherche, le cadre de référence est premier et sert de support à l'analyse de plusieurs séquences d'enseignement ; les faits apparaissent alors comme des résultats de ces

analyses. Dans la formation, les faits, qui apparaissent lors de la confrontation de deux séquences contrastées, sont des éléments de la construction de nouveaux savoir-faire et conjointement d'un nouveau cadre de référence pour les professeurs.

3.2. La transposition des outils

Pour aider les professeurs dans cette démarche d'appropriation d'un nouveau cadre théorique, deux des outils de la recherche A 3/2 ont été utilisés.

– Le scénario conceptuel

Cet outil a pour finalité de faire apparaître les articulations éventuelles entre les activités proposées aux élèves et les concepts qui les sous-tendent. Il s'agit d'un découpage de la séance en parties autonomes présentant les diverses activités proposées aux apprenants et les concepts mis en jeu. Le scénario du module de formation initiale (document 4) est un exemple de cet outil dans le cadre d'une situation de formation. La présence éventuelle d'une échelle de temps permet d'évaluer les durées des différentes parties de la séance.

– Une taxonomie des tâches des élèves

Cet outil a pour finalité de faire apparaître les différentes tâches intellectuelles proposées aux élèves par le professeur au cours d'une séquence d'enseignement. Ces dernières ont été hiérarchisées en utilisant la taxonomie de Bloom, reprise par De Landsheere et Pocztar, dans le domaine des objectifs cognitifs (document 5).

Les outils que nous avons proposés aux stagiaires en formation pour analyser les deux séquences d'enseignement sont les mêmes que ceux qui ont été utilisés pendant la recherche A 3/2 mais leurs fonctions ont été en partie modifiées. Montrons cette évolution entre la recherche initiale et la situation de formation.

Dans la recherche A 3/2 ces outils avaient deux statuts :

- **outils de décryptage et d'analyse de situations de classe** : à l'intérieur du cadre théorique choisi, ils ont permis la recherche d'invariants entre les différentes séquences d'enseignement observées. Les caractéristiques communes concernant l'organisation du savoir par les professeurs et les différentes stratégies didactiques mises en œuvre avec les élèves ont pu être ainsi dégagées ;
- **outils de communication de résultats** : ces outils ont été utilisés pour présenter, de façon synthétique, les résultats de la recherche.

deux outils
de recherche
sont transposés
à
la formation...

Document 5. Hiérarchisation des tâches cognitives proposées aux élèves

1. Domaine des connaissances

1.1. Connaissances de données particulières

- 1.1.1. Connaissances de la terminologie
- 1.1.2. Connaissances de faits particuliers

1.2. Connaissances de moyens pour utiliser des données particulières

- 1.2.1. Connaissances de conventions
- 1.2.2. Connaissances de tendances et séquences
- 1.2.3. Connaissances de classifications
- 1.2.4. Connaissances de critères
- 1.2.5. Connaissances de méthodes

1.3. Connaissances de représentations abstraites

- 1.3.1. Connaissances de principes et de lois
- 1.3.2. Connaissances de théories

2. Domaine des habilités et capacités intellectuelles

2.1. Compréhension

- 2.1.1. Transposition
- 2.1.2. Interprétation
- 2.1.3. Extrapolation

2.2. Application

2.3. Analyse

- 2.3.1. Recherche d'éléments
- 2.3.2. Recherche de relations
- 2.3.3. Recherche de principes organisateurs

2.4. Synthèse

- 2.4.1. Production d'une œuvre personnelle
- 2.4.2. Élaboration d'un plan d'action
- 2.4.3. Dérivation d'un ensemble de relations abstraites

2.5. Évaluation

- 2.5.1. Critique interne
- 2.5.2. Critique externe

Dans la formation, les outils retenus conservent des statuts qu'ils avaient pendant la recherche ; ce sont toujours des instruments de décryptage et d'analyse de situations de classe et de communication de résultats. Cependant certaines de ces fonctions ont évolué :

– **la fonction d'analyse** permet maintenant la recherche des différences par contraste entre deux séquences d'enseigne-

ment. Ces différences concernent les faits sélectionnés dans la recherche A 3/2 ;

- **la fonction de communication** est conservée en ce sens que les outils permettent une présentation des travaux réalisés par les groupes de travail. Simultanément, au cours de la formation, ces deux fonctions permettent aux stagiaires de s'approprier les deux outils.

Cependant, dans le module de formation, les outils acquièrent deux nouveaux statuts qui deviendront surtout opératoires après le stage en donnant au professeur des points d'appuis pour changer ses pratiques pédagogiques. Le scénario conceptuel et surtout la taxonomie des tâches des élèves deviennent ;

...où ils aident à la construction de séquences et l'auto-analyse des pratiques

- **des outils de construction** de séquences d'enseignement. Ils permettent au professeur, pendant la phase de préparation, de s'assurer qu'il place bien les élèves en situation de construction du concept en liaison directe avec l'expérience. Les tâches cognitives dévolues aux élèves ne devant pas se résumer à des tâches de restitution et d'application de savoirs ;
- **des outils d'auto-analyse a posteriori** de ses pratiques réelles dans la classe, par le professeur lui-même. Cette fonction nouvelle des outils lui permet de constater l'écart éventuel entre la prévision et la réalisation de la séquence. Une réflexion sur les causes des dérives observées est en mesure d'aider le professeur dans la construction de séquences futures.

Ainsi ces outils deviennent, pour les professeurs des instruments d'aide à la décision pour les phases de planification ou de bilan de leurs pratiques personnelles. Ils sont, pour le professeur, des moyens d'observation de ses propres pratiques (*a priori* ou *a posteriori*) et lui permettent de rester vigilant par rapport aux pratiques alternatives proposées dans la formation.

4. QUELQUES RÉSULTATS DE LA MISE EN ŒUVRE DE LA FORMATION

Nous centrerons cette partie sur deux effets observables de la formation :

- un effet lié à la stratégie utilisée pendant la formation : la confrontation de deux séquences d'enseignement contrastées ;
- un effet lié aux objectifs fixés à la formation : la mise en œuvre par les stagiaires de nouvelles pratiques pédagogiques.

4.1. Qu'apporte la confrontation des deux séquences contrastées ?

La confrontation des deux séquences contrastées se produit à différents moments de la situation de formation. On peut retenir surtout trois temps forts où l'effet de contraste est mis en jeu :

- celui de la représentation des deux saynètes caricaturales ;

- celui de l'analyse comparative individuelle, avec les outils méthodologiques, des deux séquences d'enseignement ;
- et surtout celui de la synthèse collective. Cette synthèse est réalisée au tableau par le formateur et suivie d'une discussion où chaque stagiaire est obligé de prendre parti. Pendant cette phase le formateur fait jouer, de façon explicite, l'effet de contraste en dégagant bien les caractéristiques différentes des deux séquences.

• **En formation initiale**

L'analyse réalisée par les stagiaires, sans outils méthodologiques, est fort pertinente :

- dans la séquence traditionnelle, les stagiaires remarquent que le professeur a un rôle omniprésent. Il assure seul la progression du savoir dans la séquence. La séquence est pour eux *"trop centrée sur le professeur"*. Ils considèrent que l'expérience est seulement *"prétexte"* et *"illustration"* et regrettent que le professeur ne mette pas en place une véritable démarche scientifique. Les stagiaires déplorent le fait que le professeur ne fasse pas appel à la démarche personnelle de l'élève et que les élèves ne manipulent pas ;
- dans la séquence constructiviste, les stagiaires signalent que les élèves sont en situation d'acteurs tout au long de la séquence. Ils relèvent le rôle différent que le professeur fait jouer à l'expérience ; ce qui séduit les stagiaires c'est le fait que l'expérience est à la base du raisonnement par une articulation hypothèse-validation qui permet de répondre aux questions que se posent les élèves. Ils remarquent également que ce sont les élèves qui proposent eux-mêmes les tests. Pour eux, le professeur maîtrise la situation malgré sa complexité et tout en donnant l'impression que se sont les élèves qui font progresser le savoir. Ils relèvent également que la stratégie suivie par le formateur pendant le stage est de même nature que celle adoptée dans la deuxième séquence d'enseignement.

Si l'effet de contraste joue positivement pour guider l'analyse, celle-ci semble remettre peu en cause les stagiaires. En effet, les analyses effectuées peuvent être considérées comme des exercices donnés à des étudiants qui n'ont pas vécu de telles situations du côté professeur. Elles ne s'inscrivent pas dans leur vécu.

L'utilisation des outils a permis de confirmer la première analyse, de préciser les conclusions mais elle ne constitue pas un apport décisif pour ces stagiaires débutants en raison d'une analyse préalable assez complète. Ces analyses représentent cependant un moment charnière qui, en améliorant la dévolution de la situation de formation, est l'occasion pour les stagiaires de commencer à se positionner en tant qu'enseignant.

l'effet de
contraste joue
en faveur
des pratiques
constructivistes
jusqu'à ce
que...

Par contre, c'est lors de la présentation générale qu'ils manifestent quelques doutes, comme s'ils ne souhaitaient pas que le formateur les entraîne vers un terrain qu'ils ne sont pas prêts à pratiquer :

- ils reviennent un peu sur le jugement négatif porté à l'égard du professeur de la séquence traditionnelle et font remarquer que cet enseignant insiste malgré tout sur des points cruciaux comme le bilan, l'équilibrage de l'équation, la conservation...
- ils évoquent maintenant le caractère brouillon de la séquence constructiviste (*"certes l'élève réfléchit, mais pour aller où ? Il y a profusion d'expériences, mais pour arriver à quel résultat ?"*) ; certains n'hésitent pas à parler de perte de temps et d'autres suggèrent qu'ils n'ont pas l'expérience nécessaire (*"Dans une séquence traditionnelle, on peut faire la sourde oreille à certaines réponses, mais là, on doit répondre à tout... il faut dix ans d'expérience..."*).

Ces hésitations et ces réticences révèlent que les stagiaires ne sont pas prêts à mettre en œuvre une telle pédagogie. Étant séduits sur le plan des idées par les nouvelles pratiques proposées, la déstabilisation qui les perturbe concerne peu des pratiques qu'ils n'ont vécues qu'en tant qu'élèves et qu'ils ne devraient plus suivre. Ils semblent plutôt effrayés par la mise en œuvre dans les classes de nouvelles pratiques qui constituent, pour eux, un obstacle en qualité de professeur. Le modèle pédagogique implicite qu'ils se sont forgés au cours de leurs études, les empêche d'envisager des pratiques différentes. Pour s'opposer aux orientations que le formateur les engage à prendre, les stagiaires mettent alors en place, de façon inconsciente, une stratégie d'évitement de l'obstacle.

... les jeunes stagiaires ne se placent en futurs enseignants

• **En formation continue**

L'analyse réalisée, sans l'aide des outils, par les professeurs en formation continue est beaucoup moins pertinente que celle réalisée par les professeurs en formation initiale. Globalement, les professeurs expérimentés ne remettent pas en cause la manière de procéder du professeur dont le modèle pédagogique est transmissif. Cependant, ils critiquent le jeu des questions-réponses entre le professeur et les élèves qui se transforme rapidement, selon eux, en *"jeu des devinettes"*. Ils n'apprécient pas la gestion des activités et des erreurs pendant la séquence.

Par contre, ils ne perçoivent la place centrale donnée aux élèves par l'autre professeur que sous son aspect négatif (*"son cours est brouillon... les élèves ne voient pas où le professeur veut en venir... il ne maîtrise pas la classe... il ne doit pas répondre à toutes les questions des élèves... c'est incroyable, il reprend toutes leurs idées"*).

D'une manière générale, la ligne directrice de la séquence, suivie par le professeur, n'a pas été perçue par les stagiaires.

des pratiques innovantes qui déstabilisent les professeurs en formation continue jusqu'à ce qu'ils...

Ils n'ont retenu que l'apparente confusion. Spontanément, ils ne soulignent dans la deuxième séquence que les aspects qui vont à l'encontre de leurs propres pratiques d'enseignant et gommement les aspects innovants concernant la construction du savoir par les élèves. Contrairement aux stagiaires en formation initiale, les stagiaires en formation continue n'ont pas réussi à dégager les caractéristiques opposées des deux séquences.

Nous faisons l'hypothèse que les professeurs, ayant une pratique professionnelle (à dominante transmissive et conditionnée par les contraintes du terrain) déjà installée, ont beaucoup de difficultés ou de réticences à s'en dégager pour analyser de façon impartiale les deux séquences proposées. On peut même dire que, chez les professeurs expérimentés, l'effet de contraste provoque un rejet de la séquence constructiviste par peur d'être déstabilisés par une pratique alternative trop éloignée de la leur. L'effet de contraste, qui devait aider à la caractérisation des deux séquences, n'est donc pas assez intense pour aider les stagiaires à prendre du recul par rapport à leurs propres pratiques. Il ne permet pas de déstabiliser les pratiques profondément installées chez les professeurs en exercice.

... puissent prendre du recul avec les deux outils

Par contre, dans ce module de formation, les professeurs en exercice se sont mieux appropriés les deux outils que les stagiaires en formation initiale. Ces outils ont été plus opératoires. Nous avons eu l'impression qu'ils correspondaient à une attente des stagiaires qui avaient le désir de mieux comprendre la complexité de l'acte d'enseigner. Cela peut paraître paradoxal de la part de professeurs ayant une certaine expérience, mais n'oublions pas qu'ils ont tous été volontaires pour cette formation.

Les professeurs en exercice ont été très motivés par la mise en œuvre des deux outils pour analyser la séquence d'enseignement dont ils avaient la responsabilité. De multiples demandes de précisions ont été formulées auprès des formateurs. Les stagiaires, qui lors de la première analyse n'avaient pas réussi à dégager les principales caractéristiques des deux séquences, y sont parfaitement parvenus avec les outils.

Pour analyser les deux séquences, les outils sont plus profitables aux professeurs en exercice qu'aux professeurs débutants. Ils leur permettent de prendre de la distance par rapport à leurs propres pratiques.

4.2. Les contenus de formation sont-ils utilisés par les stagiaires lors de la construction de nouvelles séquences d'enseignement ?

• En formation initiale

Trois groupes de stagiaires en formation initiale ont été observés pendant la phase de construction d'une séquence

d'enseignement permettant le réinvestissement du modèle pédagogique constructiviste.

Ces études confirment les conclusions précédentes : si les stagiaires sont séduits par un modèle pédagogique de nature constructiviste, ils ne sont pas cependant réellement prêts à le mettre en œuvre dans leur pratique même si certains groupes le proposent. Ce n'est qu'au moment où ils se positionnent en enseignant que les problèmes de gestion et de maîtrise de la classe remettent en cause leurs choix initiaux. Confronté à un obstacle qu'ils ne pensent pas pouvoir surmonter, ils adoptent deux attitudes d'évitement :

- l'un des groupes renonce à de telles pratiques dès la phase de construction de la séquence. Pour ces stagiaires, laisser une certaine autonomie créative aux élèves aboutit à concevoir des situations d'enseignement qui seront ingérables sur le terrain surtout sur le plan expérimental. En conséquence, les problèmes de gestion de la classe sont toujours éludés par ce groupe qui se réfugie dans la distribution de protocoles expérimentaux précis aux élèves ;
- les deux autres groupes sont prêts à tenter la nouvelle stratégie pédagogique. Mais les modalités de sa mise en acte étant peu envisagées lors de la phase de construction, on peut penser que ces propositions correspondent à une fuite en avant plus ou moins lucide.

L'autonomie laissée aux élèves interroge et inquiète les stagiaires de ces deux derniers groupes :

"Tu ne peux contrôler toutes les propositions des élèves,... si ils sont partis sur une idée à laquelle tu n'avais pas pensée ?"

"Si tu ne les guides pas, tu vas te retrouver avec un flot de réponses, avec des choses complètement débiles que tu ne pourras pas contrôler ; tu ne peux pas justifier que tout ce qu'ils disent n'est pas bon".

Ces stagiaires semblent désarmés pour gérer de telles situations qui pourtant ont leur préférence sur le plan des idées. Ils choisissent malgré tout de tenter l'expérience et pensent pouvoir résoudre ces problèmes au cours de la séquence tout en prévoyant une solution de repli : *"Instinctivement je développerai alors l'idée qui m'intéresse,... et je laisserai tomber les autres"...*

Les stagiaires sont donc prêts à recourir à une méthode plus transmissive dès qu'ils sentiront qu'ils ne maîtrisent plus la situation dans la classe.

Malgré tout, ces deux groupes ont la volonté de privilégier l'apprentissage d'une démarche hypothético-déductive en prévoyant une articulation entre expérience et concept dans les activités proposées aux élèves. Mais cette démarche s'appuie sur un concept déjà présenté par le professeur. Elle n'est pas envisagée pour faire construire le concept par les élèves. Citons, à ce sujet, des stagiaires : *"Tu es obligé de les guider, c'est un concept nouveau ; il ne faut pas leur laisser trop d'autonomie, à ce moment là... ils n'ont jamais fait de*

chimie ; il faut leur mettre des barrières, les guider dans leur réflexion, sans laisser partir dans tous les sens parce que ensuite tu ne contrôles plus les débordements... et après tu donnes la définition de la réaction chimique. Tu es obligé de la donner ; ils ne peuvent pas la trouver”.

une conception
bien ancrée...

Ces stagiaires ne semblent vraiment pas envisager que les élèves soient capables d'une telle tâche intellectuelle. Sur les trois contenus retenus pour la formation, les stagiaires de ces deux groupes n'ont retenu que deux nouvelles pratiques de classe : celles concernant la nécessité de créer une articulation entre les activités expérimentales et conceptuelles et de proposer aux élèves des activités de niveau cognitif élevé. Par contre, ils n'ont pas traduit en acte celle qui consiste à faire construire par les élèves un concept nouveau à partir d'activités expérimentales.

Les outils méthodologiques proposés n'ont pas été utilisés par deux des trois groupes pendant la phase de construction de la séquence d'enseignement. L'autre groupe s'est appuyé sur la taxonomie des tâches pour s'assurer qu'il ne demandait pas aux élèves que des tâches de restitution ou d'application. Par contre, tous les groupes utilisent les deux outils lors de la préparation de la présentation de la séquence suivant ainsi les consignes du formateur.

• **En formation continue**

Les stagiaires en formation continue ont eu à construire une séquence nouvelle en dehors du stage de formation. La plupart d'entre eux ont conçu une séquence, en privilégiant une démarche hypothético-déductive avec les élèves. La présentation, qui s'est réduite pour la plupart d'entre eux à un simple plan de cours (les stagiaires n'ont pas utilisé les deux outils proposés par les formateurs), n'apporte pas les renseignements désirés sur les contenus visés par la formation.

Cependant lors de la reprise de certaines séquences en groupes, les stagiaires ont essayé d'utiliser les outils pour s'assurer de l'adéquation de celles-ci avec les objectifs de la formation. Dans ces séquences, la place des élèves est beaucoup plus présente. L'emploi de la taxonomie a permis aux professeurs de constater qu'ils avaient encore tendance à donner aux élèves des tâches cognitives de bas niveau. Ils en ont tenu compte pour modifier les séquences. Cet outil a joué, à ce moment de la préparation, un rôle de régulation.

... chez tous
les stagiaires

Mais comme avec les stagiaires en formation initiale, les élèves ne sont pas placés en situation de construire un concept nouveau. Les professeurs semblent préférer introduire le concept de façon classique (en le présentant) et ensuite placer les élèves en situation de le réinvestir, avec une démarche expérimentale. Le fait qu'aucun stagiaire, quelque soit son passé, n'ait pris en compte ce contenu de formation ne révèle-t-il pas qu'il constitue un obstacle sur le plan de leur rapport au savoir ou davantage encore sur celui de leurs

conceptions des apprentissages ? L'analyse réalisée ne permet pas de conclure.

En ce qui concerne la gestion de la classe, les professeurs se sont peu exprimés sur la question. Mais la manière de fermer certaines situations laisse à penser que l'autonomie laissée aux élèves est réduite. On a le risque de déboucher sur des séquences qui glissent progressivement vers un cours dialogué. Cela indique une prégnance importante de leur modèle pédagogique implicite.

Volontaires pour acquérir des pratiques pédagogiques nouvelles, nous pensons que ces professeurs ont essayé de mettre en œuvre certaines d'entre elles, comme celles permettant l'apprentissage de la démarche hypothético-déductive, mais sans y arriver totalement, en raison de leurs conceptions sur l'apprentissage. En effet, si certains d'entre eux pensent intéressant de faire acquérir des rudiments de démarche scientifique, ils désirent conserver un guidage strict pour les activités proposées aux élèves.

À la fin du stage, plusieurs professeurs ont exprimé le souhait que les formateurs leurs fournissent des exemples de séquences de nature constructiviste, totalement élaborées. Nous pensons, d'une part, que ces requêtes sont dues en partie au mode de formation utilisé pendant le stage qui diffère de celui des stages traditionnels de formation. Ces stagiaires n'ont peut être pas apprécié le caractère constructiviste adopté dans la démarche de formation. Mais nous pensons, d'autre part, que cette demande traduit la déstabilisation de certains professeurs par le nouveau cadre de référence apporté par la formation. La plupart des professeurs s'étant identifiés au professeur dont le modèle pédagogique est transmissif, cette identification forte a provoqué chez eux une déstabilisation importante au moment de la mise en œuvre des pratiques alternatives suggérées par les formateurs. Ce serait donc pour se rassurer que ces professeurs éprouveraient le besoin de recevoir, de façon directive, de la part des formateurs des séquences pré-construites. La construction de séquences, réalisée collectivement pendant le stage, n'a pas été suffisante pour rendre les pratiques alternatives proposées aussi confortables à l'utilisation que les anciennes. Cette reconstruction inachevée risque de rendre les nouvelles pratiques peu opératoires pour ces professeurs. Un accompagnement de ces derniers après le stage s'avère donc nécessaire pour conforter ces nouvelles pratiques.

une demande
de séquences
"clés en main"
pour se rassurer

5. UNE ÉVALUATION DE LA DEMARCHE DE TRANSFERT

Pour essayer d'évaluer la démarche de transfert de certains résultats de la recherche en contenus de formation, il nous

semble intéressant de nous poser des questions relatives à l'efficacité et à la faisabilité de la formation mise en œuvre. En d'autres termes, la recontextualisation et la repersonnalisation des savoirs de formation ont-elles été efficaces et sont-elles faisables dans le cadre d'un stage de formation ? Les résultats qui viennent d'être présentés nous apportent des réponses à ces questions.

La recontextualisation des contenus de formation a-t-elle été efficace ? Autrement dit, l'utilisation des contenus de formation dans la stratégie didactique de l'une des situations d'enseignement par comparaison avec l'autre a-t-elle permis aux stagiaires de les démasquer et de les formaliser ? Nous avons vu que l'effet de contraste entre les deux séquences d'enseignement proposées a fonctionné différemment pour les deux catégories de stagiaires. Contrairement aux professeurs débutants, les professeurs confirmés ont eu besoin d'outils d'analyse pour prendre du recul par rapport à leurs propres pratiques. Cependant, l'ensemble des formés a bien dégagé la nécessité de créer une meilleure articulation entre l'expérience et les activités intellectuelles de la séquence. Cela les a amenés à prendre conscience qu'ils pourraient proposer aux élèves des tâches cognitives de plus haut niveau. Mais ils ne perçoivent pas que cette articulation permettrait aux élèves de construire les prémisses d'un nouveau concept. Ils n'envisagent que de s'appuyer sur des concepts préalablement présentés par le professeur.

La repersonnalisation des contenus de formation a-t-elle été efficace ? Ou encore, les connaissances visées par la formation sont-elles devenues celles des stagiaires ? Nous avons vu, qu'en fonction de leur expérience d'enseignement, les stagiaires ne se sont pas appropriés de la même manière les contenus de formation. En formation initiale, en se positionnant comme étudiants dans le domaine des idées, les formés caractérisent bien les deux séquences et plébiscitent la séquence constructiviste. Alors qu'ils semblent s'être appropriés les contenus de formation, lorsqu'ils s'imaginent enseignants, ils ne pensent plus être alors en mesure de maîtriser la gestion de la classe qu'elle implique. Ainsi le modèle pédagogique implicite de type directif qu'ils se sont construits tout au long de leurs études ressurgit et leur manque d'expérience dans la gestion des classes les font se réfugier dans des pratiques traditionnelles à la moindre difficulté supposée. Les problèmes de gestions des classes rendent les stagiaires demandeurs d'une formation complémentaire sur ce sujet.

En formation continue, la résistance manifestée par les stagiaires lors de la caractérisation des deux séquences, est due à une remise en cause plus profonde de leurs pratiques qui provoque une déstabilisation importante au niveau de leurs conceptions sur l'apprentissage. Malgré le bouleversement introduit dans leur propre modèle pédagogique, les professeurs essaient de construire des séquences, de nature

une partie
seulement
des contenus
de formation
a été
identifiée...

... et une résis-
tance différente
des stagiaires
selon l'expé-
rience
professionnelle

trois raisons
aux difficultés
rencontrées

constructiviste et demandent, en outre, des exemples de séquences pré-construites aux formateurs pour les essayer en classe. Bien qu'ils tentent de réduire l'autonomie laissée aux élèves, les problèmes de gestion de la classe semblent moins aigus pour ces professeurs en raison de leur expérience antérieure.

Nous pensons que les difficultés rencontrées par les stagiaires à percevoir certains contenus visés par la formation et à s'en approprier d'autres tiennent surtout à trois raisons :

- leurs conceptions sur l'apprentissage et leurs rapports au savoir : ces positionnements pourraient être des obstacles pour envisager la construction par les élèves des prémisses de certains concepts ;
- leur manque d'expérience des gestions de classes pendant des apprentissages constructivistes : cette inexpérience pourrait freiner leurs tentatives de mises en place de stratégies didactiques qui demandent de laisser une plus grande autonomie aux élèves ;
- l'effet attractif de la démarche hypothético-déductive : cet effet sur les stagiaires pourrait aider à la mise en place d'apprentissages constructivistes, mais rendre plus difficile la possibilité d'envisager de faire construire certains concepts par les élèves eux-mêmes.

Malgré ces difficultés, nous pensons que les objectifs visés dans la formation ne sont pas trop ambitieux, mais pourraient être abordés de manière différente. En effet, la focalisation des formés sur l'apprentissage par les élèves de la démarche hypothético-déductive laisse à penser que celui-ci pourrait être un point d'attaque de la formation. Ainsi, en laissant une certaine autonomie aux élèves, l'articulation entre les registres empiriques et cognitifs, que permet la démarche hypothético-déductive en sciences, pourrait induire une mise en place plus aisée de stratégies pédagogiques de nature constructiviste. Cela permettrait également aux professeurs de proposer aux élèves des tâches cognitives de niveaux plus élevés. Après cette étape de familiarisation avec un modèle pédagogique constructiviste, le deuxième volet de la formation (la construction par les élèves des prémisses de certains concepts), qui demande aux formés de réviser plus profondément leurs conceptions sur l'apprentissage et leurs rapports au savoir, pourrait être envisagé.

L'analyse précédente montre que le transfert des résultats d'une recherche en contenus de formation jusqu'à leur mise en situation auprès de stagiaires ne peut réellement aboutir à un changement de leurs pratiques que si on ne néglige pas des paramètres liés aux formations épistémologiques et didactiques des stagiaires :

- leurs rapports au savoir ;
- leurs conceptions sur l'apprentissage ;
- leurs pratiques professionnelles antérieures ;

Par ailleurs, et au delà de ces éléments, l'efficacité et la faisabilité de cette formation ne peuvent s'envisager qu'avec un accompagnement pour éviter que les nouvelles pratiques proposées ne s'évanouissent au premier contact avec le terrain. En particulier, les problèmes de gestion des classes, trop souvent sous-estimés, que ces pratiques nouvelles entraînent pour les professeurs, imposent un accompagnement après ce premier stage. Ce module de formation ne peut être qu'une plate-forme pour distribuer une formation complémentaire ultérieure.

Pierre FILLON
Collège Charles Peguy - Paris

BIBLIOGRAPHIE

ASTOLFI, J.-P., PETERFALVI, B. (1993). "Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales". *Aster 16*. Paris. INRP.

BROUSSEAU, G. (1986). *Théorisation des phénomènes d'enseignement des mathématiques*. Thèse présentée à l'Université de Bordeaux 1.

CHEVALLARD, Y. (1985). *La transposition didactique : du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble. La Pensée sauvage. (nouvelle édition 1991).

COLOMB, J. (dir.) (1993). *Les enseignements en troisième et seconde. Ruptures et continuités*. Paris. INRP.

COLOMB, J. (dir.) (1999). *Un transfert de connaissances ; des résultats d'une recherche à la définition de contenus de formation en didactiques*. Paris. INRP.

DEVELAY, M. (1994). *Peut-on former les enseignants ?* Paris. ESF.

MARTINAND, J.-L. (1986). *Connaître et transformer la matière : des objectifs pour l'initiation aux sciences et techniques*. Berne. Peter Lang.

POCZTAR, J. (1979). *La définition des objectifs pédagogiques, bases, composantes et références de ces techniques*. Paris. ESF.

TOCHON, F.V. (1993). *L'enseignant expert*. Paris. Nathan.

VERRET, M. (1975). *Le temps des études*. Paris. Librairie Champion.

FORMER SUR LES ASPECTS PRATIQUES ET THÉORIQUES DES INTERACTIONS ENSEIGNANT-ÉLÈVES EN CLASSE DE SCIENCES

Ludovic Morge

Cet article présente un dispositif de formation qui vise conjointement la compétence à interagir en classe de sciences dans une perspective socio-constructiviste et la maîtrise des conceptions épistémologiques et didactiques qui sous-tendent cette pratique. L'élaboration et la mise en œuvre de la formation ont permis de suivre l'impact de celle-ci sur deux enseignantes-stagiaires de physique-chimie. En travaillant simultanément sur les pratiques et les conceptions des enseignants, nous visons la mise en cohérence de ces deux pôles qui, avant formation, ne sont pas nécessairement en adéquation. L'existence de difficultés à gérer des séances constructivistes chez des enseignants experts ou novices justifie que l'on s'intéresse aux interactions maître-élèves en tant qu'objet de recherche et de formation.

1. INTRODUCTION

1.1. De la préparation de la séance à sa gestion

De nombreuses recherches effectuées en didactique des sciences, ont permis de mieux connaître les conceptions des élèves. Ces travaux ont eu de fortes répercussions sur la façon de considérer l'apprentissage de l'élève mais également sur la façon d'envisager l'enseignement. En ce qui concerne ce dernier point, la question centrale est alors de déterminer les conditions propices à l'évolution des représentations des élèves.

C'est ainsi qu'un ensemble de travaux a porté sur la mise en place de scénarios didactiques susceptibles de déstabiliser ces conceptions et d'en reconstruire de nouvelles. L'élaboration de ces situations d'enseignement est prise en charge par le chercheur avec un contrôle théorique fort, interrogeant l'adéquation entre la situation de classe proposée et les considérations d'ordre didactique et épistémologique auxquelles la communauté scientifique adhère. L'enjeu qui sous-tend la mise en œuvre de ces séquences d'enseignement est d'en montrer à la fois la faisabilité et la pertinence au regard des objectifs visés.

Mais le rôle de l'enseignant constitue une variable qui pourrait interférer sur le déroulement et l'impact des séances.

Pour limiter l'effet de cette variable, le rôle de l'enseignant est confié aux chercheurs ou à des enseignants qui ont participé ou participent activement à des recherches et qui sont susceptibles de gérer au mieux ces séances (Séré 1992, Solomonidou & Stravidou 1994, Larcher & al. 1994, Kariotoglou. & al. 1995, Allain 1995, Méheut 1996, Favre & Verseil 1997, Monchamp 1997, Fillon 1997, Astolfi & Peterflavi 1997, Goix 1997...).

La problématique qui consiste à tester la faisabilité de la situation proposée et à évaluer son impact auprès des élèves justifie cette méthodologie. Il faut contrôler le déroulement des séances, comme on contrôle des conditions expérimentales pour provoquer et étudier un phénomène. Les aspects relevant de la gestion des séances ne sont pas au centre des préoccupations. Si le rôle du professeur est brossé de façon succincte, en revanche, les tâches, les objectifs, les contenus abordés sont finement disséqués, analysés et argumentés. L'appropriation, la mise en œuvre et la gestion de ces séances par des enseignants éloignés du milieu de la recherche ne sont pas non plus au centre des préoccupations.

Ces recherches se centrent principalement sur la relation entre l'élève (ses conceptions, son activité cognitive) et son environnement d'apprentissage (tâches, situations expérimentales, démarches) laissant de côté la description du rôle tenu par l'enseignant dans cet environnement. Tant que ces situations restent dans le domaine de la recherche, cette mise à l'écart ne pose pas de problèmes particuliers. Mais ces séances, franchissent actuellement le milieu de la recherche en didactique des sciences et sont proposées aux enseignants dans les accompagnements de programmes (MEN, 1997). Dans ces outils, aucune aide précise n'est fournie aux enseignants concernant la gestion de ces situations. Or, comme nous allons le voir par la suite, cette gestion est délicate.

les séances
d'enseignement
issues de la
recherche sont
proposées aux
enseignants

1.2. Problèmes posés par la mise en œuvre de situations de co-construction

A. Vérin (1998), désirant mieux comprendre les ressorts de la prise de décision ainsi que les tensions qui apparaissent lors de la mise en œuvre de séances constructivistes, s'est entretenue avec cinq enseignants ayant participé à une recherche de quatre ans dans le domaine de la didactique des sciences. Ces enseignants, adhérents au paradigme constructiviste et proches du milieu de la recherche ont rencontré plusieurs types de difficultés dont nous ne retiendrons ici, que celles susceptibles d'éclairer notre propos relatif aux interactions en classe. Notons que ces résultats sont corroborés par la recherche (Morge, 1997) que nous présentons dans cet article.

la gestion de
ces séances est
délicate et génère
des tensions

• *L'inconfort pour l'élève et l'enseignant*

Les situations d'enseignement mises en œuvre incitent les élèves à prendre des risques en s'engageant personnellement et publiquement dans le débat tout en sachant qu'ils ont de grandes chances de voir leurs propos remis en cause par l'enseignant. Cette incitation à la prise de risque, nécessaire à l'émergence des représentations, a fait l'objet de reproches de la part des élèves envers les enseignants. De façon plus générale, les élèves peu habitués à ce genre de séance, ont du mal à se situer dans leur nouveau rôle.

En favorisant la participation des élèves à la construction du savoir, le déroulement de la séance devient aléatoire au niveau des interactions, même s'il reste stable au niveau des grandes lignes tracées lors de la préparation. L'enseignant se trouve dans une situation très inconfortable qui l'amène à prendre constamment des décisions sur le champ.

Ces décisions ne relèvent pas uniquement de l'adaptation aux idées des élèves, mais également de la conduite du projet de l'enseignant qui doit par exemple, déterminer à quel moment arrêter l'investigation pour institutionnaliser le savoir. Les critères de décision sont bien minces et l'enseignant doit pourtant trancher.

• *Les tensions*

En gérant les situations constructivistes, l'enseignant se trouve dans un ensemble de tensions.

Afin d'explorer les limites d'une représentation, les élèves, sous la responsabilité de l'enseignant, sont amenés à l'utiliser. Dans ces situations, l'enseignant, garant du savoir mis en jeu, peut donner aux élèves l'impression qu'il cautionne ces représentations puisqu'il ne les juge pas dans un premier temps et peut même, le cas échéant, les faire fonctionner.

Le caractère adaptable des représentations des élèves rend délicates et longues les phases de déstabilisation. Diminuer ce temps risque de rendre ce travail inefficace alors que l'allonger, c'est prendre le risque de voir les élèves s'y enliser ou même de les conforter dans leur représentation.

Enfin, en voulant donner la parole aux élèves, l'enseignant est tenté de répondre à un ensemble de questions qui peuvent aller à l'encontre de la poursuite de son objectif conceptuel.

La gestion de telles séquences est donc loin d'être une formalité, même pour des enseignants chevronnés. Ce constat justifie, selon nous, que la gestion des interactions constitue un objet de recherche et de formation.

Se pose alors la question de savoir quelles recherches et quelles formations sont susceptibles d'aider les enseignants dans la gestion des séances d'enseignement constructivistes ?

2. LIEN ENTRE PRATIQUES ET REPRÉSENTATIONS ENSEIGNANTES

De façon à préciser notre point de vue sur les recherches à mener et les formations à développer, nous tenterons dans un premier temps de nous situer par rapport à la question suivante : en situation d'enseignement, quel lien entretiennent les représentations des enseignants et leurs pratiques effectives ? Cette question est selon nous importante pour l'orientation des recherches concernant la formation des enseignants.

En effet, si les représentations gouvernent les pratiques, il faut alors développer des recherches visant à connaître ces représentations, puis élaborer et tester des formations permettant leur dépassement.

Si, en revanche, on considère qu'en situation d'action, les pratiques et les représentations de l'enseignant sont plutôt perméables, autrement dit que les représentations de l'enseignant sont peu sollicitées dans sa pratique, des recherches autour de l'analyse de pratiques se développeront dans une double perspective de description et de compréhension. L'analyse des pratiques enseignantes constitue alors la base des activités de formation à développer.

2.1. Le lien entre pratiques et représentations enseignantes en situation d'action

Plusieurs arguments permettent de considérer que, dans l'action, la pratique de l'enseignant fonctionne de façon relativement autonome par rapport à ses propres représentations épistémologiques et didactiques.

Tout d'abord nous savons qu'il peut exister des contradictions entre les pratiques effectives des enseignants et leur point de vue sur l'enseignement ou l'apprentissage. Par exemple, selon Orlandi (1991), certains professeurs affirment que le tâtonnement et la découverte sont importants alors qu'ils ne les mettent pas en œuvre dans leur classe. Hirn (1995) a également remarqué que chez les enseignants ayant travaillé dans le cadre de sa recherche, l'écart est important entre leur discours sur les difficultés des élèves – très proche de celui de la recherche – et leurs propos sur leur enseignement. Cette contradiction traduit selon nous l'écart entre les représentations et les pratiques enseignantes.

Les enseignants sont susceptibles de forger leur propre pratique sur la base de ce qu'ils ont vécu en tant qu'élève ou ce qu'ils observent pendant les stages ou également en s'appuyant sur les manuels scolaires. Dans ces cas de "transmission" de pratique, on peut légitimement penser que la pratique de l'enseignant va être plus influencée par les modèles qu'il suit que par ses propres représentations. Ces

si
les représentations
des enseignants
ne sont pas
étroitement liées
à leur pratique...

... une formation centrée sur la modification des représentations paraît peu pertinente

sources contribuent probablement en partie à la construction d'une partie des représentations que l'enseignant se fait de l'enseignement et de l'apprentissage, ce qui peut expliquer une certaine corrélation entre pratiques et représentations.

En cherchant à comprendre comment les enseignants lisent les nouvelles instructions officielles, Hirn (1995) a mis en évidence que les habitudes des enseignants influencent la façon dont ils comprennent les propositions de nouveaux programmes. Les enseignants associent des notions du programme à des expériences classiques (propagation en ligne droite et visualisation du faisceau avec de la poussière de craie), ils appliquent l'ordre d'entrée dans un thème selon leur habitude et ils attribuent au préalable une importance à certains concepts. Autrement dit, ces enseignants, pourtant au fait des recherches en didactiques, activent, dans ce cas précis, des schèmes d'actions pour imaginer leurs séances d'enseignement sans faire appel à leurs propres représentations épistémologiques ou didactiques.

Robardet (1998) montre dans sa recherche que les représentations enseignantes relatives à l'épistémologie, l'enseignement et l'apprentissage des sciences peuvent être sensiblement modifiées par une formation. En s'appuyant sur ce résultat, l'auteur conclut, contrairement à la position défendue par Porlan & al. (1998), que ces représentations ne s'érigent pas en obstacle vis-à-vis de la didactique des sciences. Ce résultat montre, selon nous, une certaine indépendance entre des représentations dont l'aspect évolutif est l'une des caractéristiques (Robardet 1998) et des pratiques plutôt marquées par leur stabilité (Hirn, 1995 et Orlandi, 1991).

Les difficultés rencontrées par les enseignants dans la gestion des séquences d'enseignement initiées par la recherche d'une part et la position selon laquelle les représentations ont un rôle faible en situation d'action d'autre part, nous permettent de poser un autre regard sur l'interprétation des choix effectués par des enseignants "ordinaires".

2.2. Interprétation d'observations "naturelles"

Plusieurs observations de séquences de classe en sciences expérimentales ont permis à un ensemble de chercheurs (Bomchil & al. 1998, Coquidé 1998, Koliopoulos & al. 1998, De Jong 1998) de constater que la gestion de la classe par des enseignants non spécifiquement formés est assez différente de celle qui serait compatible avec une démarche socio-constructiviste. Dans le domaine de la biologie, Bomchil & al. (1998) ont montré que l'enseignant ferme le problème pour faire apparaître la bonne hypothèse, notamment en posant des questions à trous ou en faisant des associations de mots, plus qu'en mobilisant une pensée rationnelle. Il sélectionne la bonne réponse dès qu'elle apparaît et ignore les autres. Il ne met pas en place de phase d'anticipation liée à l'hypothèse.

les difficultés de gestion peuvent être à l'origine de décisions

L'expérimentation consiste le plus souvent à suivre un protocole fixé par l'enseignant. Koliopoulos & al. (1998) et De Jong (1998) ont également montré que, si les enseignants font parfois émerger les représentations des élèves, ils ne donnent pas suite à cette investigation.

Contrairement à des séances transmissives, les séances constructivistes ont la particularité de placer les élèves en situation de producteurs de savoirs. Ce nouveau rôle des élèves devrait impliquer un nouveau rôle de l'enseignant comme médiateur ou tuteur (Dumas-Carré & Weil-Barais, 1998) inhabituel pour l'enseignant. Faire uniquement émerger les représentations sans les traiter, fermer le problème pour faire apparaître la bonne hypothèse, sélectionner la bonne réponse et ignorer les autres, apparaissent comme des actions visant à simplifier la gestion délicate des séances issues de la recherche. Ces actions de l'enseignant ne sont pas un choix ancré dans une représentation épistémologique ou didactique mais la réponse à une situation dont la logique de déroulement n'est pas contrôlée, assimilée. Autrement dit, nous supposons ici que les décisions des enseignants peuvent s'interpréter comme étant d'abord une réponse aux difficultés générées par leur nouveau rôle (cf. 1-2) et non pas forcément comme étant le résultat de la mise en œuvre d'une représentation épistémologique ou didactique inadéquate du point de vue du chercheur.

Quelle formation permettrait alors de donner aux enseignants les moyens de gérer ces situations de co-construction ? Quels sont ces moyens ? Dans quelle mesure ces moyens sont-ils effectivement utilisés et utilisables par les enseignants dans leur classe ? Les amorces de réponses avancées dans une recherche (Morge, 1997) menée au sein du groupe de recherche du LIREST sur la médiation, vont être développées par la suite.

2.3. Le lien entre pratique et représentations enseignantes en situation de formation

Dans une situation d'action, nous supposons que la gestion des interactions par l'enseignant est fortement contrainte par des problèmes liés directement à la pratique et que les représentations épistémologiques et didactiques de l'enseignant jouent un rôle mineur dans la prise de décision. En revanche, nous supposons qu'en situation de formation, l'introduction de nouvelles représentations épistémologiques et didactiques est nécessaire car le cadre théorique formé par ces représentations permet d'une part à l'enseignant de considérer ses actions comme relevant d'un choix de pratiques et de représentations associées et, d'autre part, au formateur de justifier des suggestions de tâches ou d'interactions. Autrement dit, pour l'enseignant en situation de formation, l'introduction de conceptions épistémologiques ou didactiques relève, dans un premier

en formation,
pratiques et
représentations
enseignantes
sont à travailler
conjointement

temps, plus d'un enjeu de justification des actions, que d'un enjeu de modification des actions. Dans un deuxième temps, les conceptions épistémologiques et didactiques construites peuvent orienter sa pratique à condition que l'enseignant dispose de différentes possibilités d'intervention, qu'il soit conscient des options didactiques et épistémologiques dont peuvent relever ces interventions, et que les aspects didactiques ou épistémologiques soient des critères prioritaires de choix pour l'enseignant.

Des pratiques peuvent se développer chez l'enseignant sans qu'il s'interroge sur les représentations qui les sous-tendent et inversement, des représentations peuvent se développer sans que l'enseignant soit en mesure d'adapter ses pratiques à ces représentations. L'adéquation entre conception et pratique ne se crée pas spontanément chez l'enseignant, mais peut (ou doit) constituer un objectif de formation.

3. EXEMPLE D'UNE FORMATION PRATIQUE ET THÉORIQUE SUR LES INTERACTIONS EN CLASSE DE SCIENCES

3.1. Dispositif de formation

La formation envisagée a été mise en place pendant une année scolaire dans le cadre du mémoire professionnel avec deux enseignantes, stagiaires de physique – chimie, volontaires pour suivre cette formation. Cet essai de formation s'est poursuivi pendant un an avec l'une des stagiaires.

• Les principes de formation

Nous présentons ici succinctement les principes retenus pour la formation, ceux-ci étant développés dans un autre article (Morge, 2000). La formation se présente sous forme d'étapes successives qui partent de ce que les enseignants sont capables de produire et de gérer. En s'appuyant sur les propositions émises par les enseignants, le rôle du formateur consiste à faire des suggestions relatives aux tâches et aux interactions, mais la décision finale revient aux enseignants. L'articulation théorie/pratique se fait par une mise en relation systématique des pratiques et des options didactiques et épistémologiques qui sous-tendent ces pratiques.

• Les activités et les outils de formation

Pour les stagiaires, la formation consiste, dans un premier temps, à élaborer une séquence d'enseignement. Elles prévoient les tâches qui seront proposées aux élèves, à l'aide d'une grille dont nous présentons une version simplifiée (document 1) et anticipent la façon de gérer les interactions, à l'aide d'une autre grille, dont nous présentons également

un dispositif de formation basé sur l'analyse des interactions est mis en place avec deux enseignantes - stagiaires

une version simplifiée (document 2). Des simulations d'interactions sont effectuées à partir de la grille de gestion selon un modèle en trois temps : exposition, justification, acceptation ou refus de la proposition. Ces simulations permettent de tester la faisabilité de la tâche et de préparer l'enseignant à sa gestion en temps réel. Ces simulations peuvent être comparées à un jeu de rôle entre une personne - élève et une personne - professeur. La réponse, sa justification et l'argument avancé pour statuer sur celles-ci sont ensuite soumises à discussion sur un plan épistémologique et didactique. Une fois la séquence mise en œuvre, enregistrée et transcrite, elle est analysée par les stagiaires. Les grilles d'analyse (représentant les items des grilles d'anticipation) permettent de comparer les choix effectués *a priori* et les choix effectifs.

Document 1

La tâche

Quelles sont les connaissances supposées partagées par les élèves et nécessaires à la résolution de la tâche (connaissances de référence) ?

Quelle est la formulation de la tâche ?

Quels sont les objectifs ?

Quelles propositions cohérentes est-il possible d'imaginer *a priori* ?

Document 2

La gestion de la tâche

L'exposition de la proposition

Quels sont les éléments attendus dans la proposition ? Qui expose ?

La justification de la proposition

Quelle justification peut être attendue ? Qui justifie ?

Acceptation ou refus de la proposition

Quelle est la modalité d'acceptation ou de refus ? Qui accepte ou qui refuse ?

Ces grilles peuvent être adaptées par les enseignants en fonction des tâches, des contenus abordés et de l'avis des stagiaires. À titre d'exemple, pour une activité donnée, une enseignante a remplacé la phase de justification par une phase d'analyse de la réponse à laquelle les élèves sont invités.

Notons que pour rendre possible une simulation du déroulement des interactions, nous avons cherché à rendre compte dans cette grille (document 2) de l'aspect dynamique des interactions en proposant un modèle de succession de phases (Formulation de la première tâche : exposition, justification, acceptation ou refus de la première proposition ; exposition, justification, acceptation ou refus de la deuxième proposition...). La liste des connaissances de référence et la tâche permettent de contextualiser les interventions.

Sur le plan de l'analyse, cette prise en compte de l'aspect dynamique et contextualisé de l'interaction évite de dégager des types d'interventions dénuées de leur sens car elles sont extirpées de leur contexte et vidées de leur contenu. On trouve des exemples d'interventions décontextualisées chez Postic (1977) : *l'enseignant donne des buts, explique, questionne, répond, répète... L'élève lève la main, parle, répond, pose une question...* (p. 72). Pour Postic, il s'agit plus de caractériser des actions que des interactions.

3.2. Analyse d'un parcours de formation

Lors de la première année, dans le cadre du mémoire professionnel, les deux stagiaires, nommées ici N. et S., élaborent, gèrent et analysent une séquence sur le thème du tableau périodique des éléments. Lors de la deuxième année, S. prépare, puis gère, deux séquences d'enseignement sur les thèmes du pont de diode et de l'électricité statique. Un tableau présenté en annexe résume leur parcours de formation qui sera développé ci-dessous. Enfin, N. et S. ont accepté un entretien portant sur la formation suivie.

Différentes discussions menées lors de la présentation de la formation, l'analyse des mémoires professionnels et de l'entretien permettent de confirmer que ces deux stagiaires, ont avant formation une approche transmissive ou dogmatique dans leur enseignement. Elles utilisent des arguments d'autorité pour statuer sur les réponses d'élèves et attendent des élèves qu'ils fournissent la bonne réponse.

• **Première séquence : se dégager d'un enseignement transmissif et/ou dogmatique**

Une première séquence sur "le tableau périodique" est envisagée par les enseignantes. Demande leur est faite de se dégager d'un enseignement transmissif et/ou dogmatique. Elles prévoient alors un cours sous forme d'une succession de questions très fermées. Les élèves doivent classer des éléments qui leur sont proposés. Pendant la gestion de la séquence, les stagiaires demandent aux élèves d'argumenter leur réponse. Les arguments d'autorités sont évités.

Extrait de la séquence

Les élèves cherchent le nombre de possibilités de liaison du Silicium. Les connaissances disponibles sont les suivantes :

- l'élément carbone a trois possibilité de liaison ;
- l'élément azote a trois possibilité de liaison ;
- les éléments oxygène et soufre ont deux possibilité de liaison ;
- les éléments hydrogène et chlore ont une possibilité de liaison ;
- le silicium se combine avec l'oxygène dans les proportions codifiées par la formule chimique suivante : SiO_2 .

Au tableau, un élève place l'élément silicium sous le chiffre 2, ce qui correspond à deux possibilités de liaison.

dans la première séquence les arguments d'autorité sont évités pour favoriser la co-construction

1 P : *L'élément silicium a donc deux possibilités de liaison. Est-ce que tout le monde est d'accord ?*

2 E : *Oui (par l'ensemble de la classe).*

3 P : *Bien, j'aimerais la justification maintenant.*

4 L'élève représente la molécule SiO_2 : O – Si – O

5 P : *Tout le monde est d'accord ?*

6 E : *Oui (par l'ensemble de la classe).*

7 P : *Et bien pas moi ! Si je regarde le tableau, je vois l'élément oxygène a deux possibilités de liaisons et S. (l'élève) n'en a mis qu'une ! L'élément oxygène a deux possibilités de liaison, il faut deux pattes.*

Au lieu de dire à l'élève que sa réponse est fausse, N. demande à l'élève de justifier sa réponse (3P) ce qui lui permettra ensuite de montrer la contradiction entre la réponse de l'élève et le savoir préalablement établi (7P). L'enseignante se réfère ainsi aux connaissances préalablement établies (connaissances de référence) pour refuser la réponse de l'élève.

Caractéristiques générales de l'interaction travaillées lors de cette séquence

L'enseignant recherche, pendant la préparation de la séquence, les connaissances scientifiques supposées partagées par les élèves sur lesquelles ils vont ensuite pouvoir s'appuyer pour déterminer la validité des différentes propositions. Pendant la séquence, l'enseignant incite l'élève à faire fonctionner les connaissances scientifiques par des demandes d'argumentation et de recherche de validité des propositions des élèves au regard des connaissances scientifiques de référence. Le contrôle des propositions s'effectue en terme de validité au regard des connaissances de référence et de pertinence par rapport à la question posée. Ainsi, dans l'interaction, les connaissances de référence délimitent l'espace de négociation dans lequel l'enseignant peut interagir avec l'élève en évitant de s'appuyer sur des connaissances dont l'élève ne dispose pas.

Références épistémologiques et didactiques de ces caractéristiques

D'un point de vue épistémologique, c'est l'idée de construction de savoirs qui est introduite. Dans ce type d'interaction, le savoir préalablement établi (connaissances de référence) permet le contrôle des productions des élèves et sert ainsi de base à la construction d'un nouveau savoir. L'élève, disposant des connaissances lui permettant de s'insérer dans l'interaction, peut participer à la négociation des différentes productions. D'un point de vue didactique, l'élève est "*effectivement pensé comme quelqu'un qui peut (ou doit) faire des choix négociés sur les savoirs, qui peut avoir une pensée réflexive à leur propos, qui peut aussi confronter différentes sortes de solutions*" (Weil-Barais, 1994, p. 7).

• **Deuxième séquence : la prise en compte des représentations des élèves**

La deuxième séquence envisagée porte sur le pont de diodes. Il est suggéré à S. de prendre en compte une conception des élèves sur le courant susceptible d'apparaître dans ce contexte : le courant réagirait en fonction des obstacles qu'il rencontre. Cette représentation risque d'interférer avec la compréhension de la circulation du courant dans le pont de diodes. L'anticipation des arguments possibles doit donc prendre en compte cette représentation. Au début de la séquence, cette représentation peut être considérée comme une "connaissance de référence" dans la mesure où l'enseignante et les élèves peuvent l'utiliser comme argument de leurs prévisions.

Extrait de la séquence

Les élèves pensent que le courant réagit en fonction des obstacles qu'il rencontre. Dans un montage, une pile, une ampoule, une diode en sens bloquant sont placées en série. Les élèves doivent prévoir si l'ampoule s'allume.

1 P : *Tu parles bien fort, tu expliques aux autres et les autres écoutent ce qu'elle propose.*

2 E : *La lampe s'allume parce que le courant circule du + au -. La diode étant placée après la lampe, elle ne gêne pas le passage du courant dans la lampe.*

3 P : *D'accord, tu nous montres sur le dessin ce que fait le courant...*

L'expérimentation permet de voir que l'ampoule ne s'allume pas.

... 4 E : *ça vient de la lampe qui est grillée.*

5 P : *Attendez. On va voir si la lampe est grillée.*

6 P : *Bon, tout marche normalement.*

7 E : *Les fils sont coupés à l'intérieur.*

8 P : *N'exagérez pas, les fils, je les ai pris ce matin avec les autres et tout a fonctionné.*

9 E : *Mais là ça ne marche pas.*

10 E : *C'est qu'il y a un problème quelque part.*

11 P : *Il y a un problème quelque part. Où ça ?*

12 E : *Dans le branchement.*

13 P : *Il y a un problème dans le branchement ?*

14 : *Non.*

15 P : *Donc, où est-ce qu'il y a un problème ?*

16 E : *Dans ce qu'on a dit...*

L'enseignante accepte comme argument de la prévision une conception du courant qu'elle sait pouvoir remettre en cause ultérieurement. La prévision "l'ampoule s'allume" (2E) est acceptée par l'enseignante (3P) relativement à une conception du courant qu'elle a accepté provisoirement de prendre en compte. Enseignante et élèves se réfèrent alors à cette

pour la deuxième séquence, la place des conceptions dans l'interaction est abordée

même conception pour juger la validité de la prévision (3P). Après avoir vérifié que l'erreur de prévision n'est pas liée à un problème expérimental (5P, 6P, 7E, 12E), c'est la représentation qui va être remise en cause (16E).

Caractéristiques générales de l'interaction travaillée lors de cette deuxième séquence

La représentation des élèves constitue leur base argumentative. Pour assurer la co-référence, l'enseignant la considère à son tour, et pour un temps limité, comme la base argumentative partagée. Autrement dit, pour un instant, la représentation est considérée, dans l'interaction, comme une connaissance de référence. Par conséquent, des prévisions cohérentes avec cette représentation peuvent être acceptées comme telles par l'enseignant. Si les prévisions des élèves sont contradictoires avec le résultat expérimental et cohérente avec la représentation utilisée, celle-ci peut être remise en cause et remplacée par une représentation plus pertinente. Celle-ci peut être à son tour introduite dans les "connaissances de référence" partagées et servir dans un deuxième temps de base à l'argumentation commune pour l'enseignant et les élèves.

Références épistémologiques et didactiques de ces caractéristiques

D'un point de vue didactique, c'est le statut de l'erreur, de la représentation des élèves qui est en jeu. Introduite dans les "connaissances de référence", une représentation erronée est considérée pendant un temps de l'interaction comme une référence commune aux élèves et à l'enseignant. D'un point de vue épistémologique, c'est le caractère évolutif des savoirs qui est pris en compte. Le savoir scientifique est conçu comme une construction de la pensée qui passe par des phases de rupture allant d'une représentation à une autre plus performante.

• Troisième séquence : du contenu à la démarche

Le thème de cette séquence est l'électricité statique. Au début de la séquence, les élèves possèdent un modèle qu'ils devront compléter pour expliquer les nouveaux phénomènes présentés par l'enseignante. Cette tâche est plus ouverte que celle des séquences précédentes puisque les élèves ne possèdent pas toutes les connaissances leurs permettant d'expliquer ces phénomènes. Enfin, les conceptions épistémologiques et didactiques construites au cours des préparations et analyses de séquences ont permis à l'enseignante de faire partager les enjeux épistémologiques de la tâche et d'analyser "in situ" le déroulement de la séquence.

Extraits de la séquence

Les élèves disposent du modèle suivant : il existe une électricité négative et une électricité positive. Il est arbitrairement décidé que l'ébonite est chargée négativement alors que le

plexiglas est chargé positivement. Deux corps qui portent des charges de même signe se repoussent. Deux corps qui portent des charges de signe "contraire" s'attirent. Un corps, s'il n'a pas été chargé, est électriquement neutre. Il est possible de charger des corps par frottement. Une charge positive est symbolisée par un + et une charge négative est symbolisée par un -.

Les élèves doivent expliquer les phénomènes suivants. Une boule d'aluminium est attirée par une baguette d'ébonite. Parfois cette boule est éjectée alors que d'autres fois, elle reste collée. Pour expliquer les phénomènes observés, les élèves sont amenés à compléter le modèle en introduisant l'électrisation à distance par répartition asymétrique des charges dans le corps neutre et l'électrisation par contact avec transfert de charges.

1 E : *Faut prévoir ce qu'il va se passer.*

2 P : *Voilà, vous prévoyez ce qu'il va se passer. Alors, vous n'oubliez pas qu'on essaye. Le but de cette expérience, c'est d'essayer de vérifier notre modèle. Donc, vous reprenez bien ce qu'on a fait ce matin. Vous essayez de voir, de prévoir ce qu'il va se passer, après on fera l'expérience et si vous avez prévu quelque chose qui se vérifie par l'expérience, donc, notre modèle sera quelque chose d'acceptable.*

S. ne se contente pas uniquement de gérer les réponses d'élèves. Elle cherche à rendre explicite la démarche utilisée et l'enjeu de la tâche : utiliser la valeur prédictive du modèle pour juger de sa pertinence (2P).

dans la troisième
séquence,
des objectifs de
démarche sont
également visés

Une fois que le modèle est complété avec l'électrisation par contact, S. demande à ses élèves de prévoir le comportement de la tige mobile d'un électroscope lorsque le bâton d'ébonite frotté préalablement est retiré de l'électroscope après contact avec ce dernier. Les élèves prévoient que la tige mobile va retomber alors que, pendant l'expérience, la tige mobile reste levée.

1 P : *Alors est-ce que, ça, ce que tu viens d'expliquer, Peter, est-ce que ça remet en cause le modèle ? Est-ce qu'on l'avait prévu ça, qu'il y avait des charges négatives qui pouvaient...*

2 : *Non.*

3 P : *Oui, mais est-ce qu'on l'avait dit dans notre modèle qu'il y avait des charges négatives qui pouvaient aller sur l'électroscope ?*

4 E : *Avec la boule.*

5 E : *Oui parce qu'on avait dit qu'il y avait des charges qui pouvaient (inaudible).*

6 P : *Oui puisque, au moment où elle est éjectée, c'est parce qu'elle a pris des charges négatives. Donc on l'avait prévu dans notre modèle. Par contre, vous l'avez pas pris en compte. Donc la prédiction d'expérience a été fausse. D'accord ?*

À l'unanimité les élèves pensent que la tige va retomber. Maîtrisant les enjeux de la tâche (1P), l'enseignante rappelle

avec les élèves (3P, 4E, 5E) que le modèle incluait la possibilité d'un transfert de charge par contact. L'erreur de prévision est donc liée à utilisation incomplète du modèle et ne remet pas en cause sa validité (6P).

Caractéristiques générales de l'interaction travaillées lors de cette séance

Pendant l'interaction, l'enseignant peut prendre en compte des objectifs de démarche. Il peut proposer des tâches plus ouvertes pour lesquelles les élèves n'ont pas à leur disposition toutes les connaissances leur permettant de répondre à la question posée. Répondre à ces questions ouvertes peut nécessiter, de la part des élèves, l'élaboration d'une démarche de résolution avec définition de sous - tâches nécessaires à la résolution du problème initial. L'enseignant peut également expliciter aux élèves les enjeux de la tâche, la démarche suivie.

Références épistémologiques et didactiques de ces caractéristiques

D'un point de vue épistémologique, la science ne se caractérise pas uniquement par ses productions mais également par les démarches qu'elle emprunte qui peuvent donc être un enjeu d'interactions. Les objectifs d'apprentissage ne se limitent aux savoirs produits par la science mais peuvent également s'étendre aux démarches qu'elle utilise pour produire et contrôler ces mêmes savoirs.

4. L'ÉVOLUTION DES ENSEIGNANTES

Le dispositif flexible de la formation par décalages successifs a permis de s'adapter aux enseignantes qui évoluent progressivement et rencontrent de nouvelles difficultés à chaque étape. La nature des tâches élaborées par les enseignantes, les modalités de gestion progressivement mises en œuvre et les différentes difficultés qu'elles rencontrent constituent les indicateurs retenus pour suivre leur évolution. Les données brutes utilisées pour suivre cette évolution sont constituées par les transcriptions de séquences, les grilles de préparation et d'analyse des séquences, les entretiens effectués avec les enseignantes après la réalisation des deux premières séquences.

4.1. Séquence sur le tableau périodique

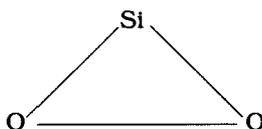
Pour cette première séquence, N. et S. désirent élaborer ensemble la même séance. Elles veulent proposer aux élèves l'élaboration du tableau périodique des éléments en se limitant aux éléments des deux premières lignes afin de respecter les instructions officielles. Après quelques tâtonnements, les enseignantes pensent donner aux élèves le numéro atomique

tant sur le plan de la préparation que sur celui de la gestion la première séquence a posé de nombreuses difficultés

de chaque élément. Notons que l'activité des élèves consiste alors à classer des nombres. Ce critère de classement étant insuffisant, le deuxième critère avancé est celui du nombre de possibilités de liaison des éléments. N. et S. pensent, là encore, fournir aux élèves les nombres de possibilités de liaisons de chaque élément pour en permettre le classement. À la demande du formateur de dépasser cette activité de classement de nombres et d'introduire des aspects chimiques, les enseignantes proposent de faire raisonner les élèves à partir de corps purs composés (H_2O , CH_4 , NH_3 ...) pour déterminer le nombre de possibilités de liaisons. En partant de l'hypothèse selon laquelle l'hydrogène possède une possibilité de liaison, plusieurs corps purs sont progressivement proposés aux élèves pour déterminer leur nombre de possibilités de liaisons servant ensuite à la détermination du nombre de possibilités de liaisons d'autres éléments.

Pour valider ou invalider les propositions des élèves, les enseignantes s'appuient pendant la séquence sur les "connaissances de référence" présentées aux élèves en début de séance. Ces "connaissances de référence" sont les suivantes : on suppose que l'hydrogène possède une possibilité de liaison, la composition de certains corps purs comprenant l'hydrogène est la suivante : H_2O , CH_4 , NH_3 , HCl , H_2S et HF . La mise en œuvre de la séquence montrera qu'il manquait dans ces connaissances de référence, le codage symbolique utilisé pour représenter la proportion d'un élément par rapport à un autre. La connaissance de ce codage est pourtant nécessaire pour valider ou invalider les réponses des élèves. En effet, un petit nombre d'entre eux pensent par exemple que, pour H_2O , la proportion est de deux éléments oxygène pour un hydrogène. Cet exemple montre la difficulté à définir *a priori* les "connaissances de référence".

Une autre difficulté de gestion des réponses des élèves va apparaître pour le composé SiO_2 . Les élèves avancent que le silicium a deux possibilités de liaisons et justifient leur réponse en représentant le composé sous la forme suivante :



L'enseignante ne peut pas s'appuyer sur les connaissances de référence pour refuser cette proposition, puisque celle-ci les respecte. L'une des enseignantes va se sortir de cette situation en demandant à l'élève de représenter $SiCl_4$ dans un premier temps et de représenter à nouveau SiO_2 .

Ces deux difficultés montrent que les enseignantes peuvent se trouver dans des situations délicates à gérer malgré la

préparation à la gestion de la tâche et malgré l'élaboration de tâches très fermées relativement simples pour les élèves.

Les enseignantes ont initialement proposé des tâches extrêmement simples qui nécessitaient uniquement de la part des élèves un classement de nombre. Cette faible ambition peut trouver plusieurs explications. Lors de l'entretien N. et S. expriment plusieurs facteurs qui marquent une certaine appréhension de se lancer dans ce type de séance. En effet, les enseignantes, en essayant d'abandonner des arguments d'autorité, vont prendre le risque de se trouver acculées par les élèves qui auront pensé à des solutions inattendues et que les enseignantes ne sauront pas réfuter sur-le-champ. Ces situations risquent de mettre en péril, aux yeux des élèves, des parents et des autres enseignants, la reconnaissance de leurs compétences professionnelles. Les enseignantes, dans leur première année d'exercice, ont de grandes difficultés à évaluer ce qu'elle peuvent attendre des élèves. Elles ont donc tendance à proposer des tâches de faible niveau cognitif car elles sous-estiment *a priori* les capacités des élèves mais également car elles doutent de leur propre capacité à gérer cette séance. En effet, N. et S. expliqueront qu'elles ont dû lutter pendant la séance contre des comportements naturels tels que celui de laisser peu de place à l'expression des élèves, de prendre la réponse de l'élève pour ce que l'enseignant voudrait qu'elle soit, ou d'user d'arguments d'autorité.

Les enseignantes ont dû également modifier leur façon de préparer cette séquence. Il s'agit pour elles d'élaborer un cours sous forme de questions qui vont permettre aux élèves de construire de nouvelles connaissances tout en pensant à la façon dont ces tâches vont être gérées. Habituees en tant qu'élèves, puis en tant qu'étudiantes à ne rencontrer que des savoirs sous leur forme achevée, N. et S. découvrent ici une autre façon de penser leurs préparations en essayant, selon leur expression, de "faire le chemin à l'envers". Il s'agit pour elles d'imaginer à la fois la façon dont ces connaissances peuvent se construire, les questions qui rendent possible cette construction et les contrôles qui peuvent être exercés sur les productions des élèves.

4.2. Séquence sur le pont de diodes

Pour cette deuxième séquence, S. élabore une préparation qu'elle soumet à discussion. Cette préparation prend la forme de questions successives qui vont amener les élèves à élaborer le pont de diodes. L'enseignante prévoit de contrôler les propositions des élèves par la confrontation du signal prévu avec le signal observé à l'oscilloscope. La double contrainte de placer les élèves en situation d'acteur tout en se donnant les moyens de contrôler les productions est ici réinvestie par S. Dans cette préparation, les élèves doivent prévoir le signal obtenu à un oscilloscope branché aux deux bornes d'une ampoule alimentée par un générateur basse

fréquence et placée dans montage comprenant une diode. Ensuite, une question identique est posée aux élèves à propos d'un montage comprenant cette fois deux diodes placées en série dans le même sens. Le schéma de ce deuxième montage se rapproche de celui correspondant au pont de diodes. La dernière question posée par S. consiste à trouver le montage qui permet d'obtenir le signal redressé double alternance à l'oscilloscope.

la deuxième
séquence
donne l'occasion
d'aborder
des notions
épistémologiques
et didactiques
dont le lien avec
les pratiques
n'est pas
totalement assimilé

En partant de la préparation de l'enseignante, le formateur fait plusieurs suggestions. Cette préparation est modifiée pour prendre en compte la conception erronée selon laquelle le courant réagirait en fonction des obstacles qu'il rencontre. Pour ce faire, les élèves doivent prévoir si l'ampoule s'allume dans un montage comprenant une pile un interrupteur, une ampoule et une diode en série. Après vérification expérimentale, l'hypothèse d'un déplacement en un seul bloc du courant dans le circuit est introduite. Pour réintroduire du sens dans l'activité des élèves, la tâche suggérée consiste à élaborer un montage permettant à un moteur à courant continu de n'être traversé par le courant que dans un seul sens. Le montage de redressement mono - alternance répond à cette exigence. Ensuite il sera demandé aux élèves d'élaborer, toujours avec des diodes, un montage permettant d'utiliser les deux alternances. Le montage en pont de diodes répond à cette contrainte supplémentaire.

Comme dans les propositions de préparation de la séquence sur le tableau périodique, les activités initialement proposées dans cette deuxième séquence permettent aux élèves d'arriver au résultat final (le tableau périodique ou le pont de diode), mais elles ne sont pas porteuses de sens. Les tâches intermédiaires n'ont pas, entre elles, de liens tangibles aux yeux des élèves. Elles ne sont pas rendues nécessaires par l'existence d'un problème à résoudre. Ces tâches intermédiaires ont pour unique fonction de faciliter l'accès à la solution finale. Faire partager le problème qui donne naissance à cette solution particulière, n'est pas une priorité pour l'enseignante.

Sur le plan des interactions, S. accepte provisoirement des réponses erronées mais cohérentes avec les représentations des élèves (l'ampoule va s'allumer car elle est placée avant la diode, l'accumulation du courant devant la diode va créer des étincelles). En début de séance, la base argumentative commune est constituée par la représentation erronée des élèves. Mais, dans sa fiche de préparation S. n'a pas placé cette représentation erronée dans les connaissances de référence. Nous tentons ci-dessous d'expliquer ce décalage entre la pratique observée et la fiche de préparation de S.

Introduire une représentation erronée dans les connaissances de référence, avant de la remplacer par une représentation institutionnalisée, véhicule un ensemble de conceptions épis-

témologiques et didactiques. En effet cette représentation occupe la place du savoir à enseigner, c'est-à-dire qu'elle constitue le "modèle" de l'élève lui permettant d'expliquer et de prévoir certains phénomènes. Le remplacement d'une représentation par une autre laisse supposer que la représentation nouvellement introduite peut à son tour être changée et, qu'en ce sens, elle n'est pas non plus une vérité absolue. Selon nous, l'enseignante comprend qu'elle doit provisoirement se référer dans l'interaction à cette représentation pour en montrer les limites, mais elle ne maîtrise pas encore totalement les conceptions épistémologiques et didactiques qui sous-tendent cette pratique. S. expliquera après la séance qu'une représentation est, pour elle, juste une idée fautive dont elle devait rapidement se débarrasser avant d'aborder le pont de diodes. Il n'y avait pas lieu de la placer dans les connaissances de référence.

Dans l'interaction, S. va rencontrer une autre difficulté. Un élève dit que l'ampoule ne s'allume pas car le courant ne la traverse pas suffisamment longtemps. L'enseignante se heurte ici à une nouvelle difficulté de liée au caractère adaptable des représentations qui les rend parfois difficilement réfutables. Cette réponse ne sera pas reprise par l'enseignante qui n'a pas pu, sur-le-champ, imaginer l'argumentation à développer. Une préparation plus approfondie de la gestion pourrait préparer l'enseignante à cette situation particulière.

Malgré la préparation, S. a rencontré des difficultés d'ordre pratique liées à la gestion de la séquence et des difficultés d'ordre théorique relatives aux conceptions épistémologiques et didactiques qui sous-tendent la gestion mise en œuvre.

4.3. Séquence sur l'électricité statique

Pour cette séance, S. désire travailler sur l'électricité statique. C'est en terme de modèle et de codes symboliques, en s'appuyant sur les travaux de Martinand et al. (1992), que le formateur suggère de travailler les phénomènes d'électrostatique. Ainsi, contrairement aux situations précédentes, l'enseignante dispose initialement d'un cadre pour élaborer sa séquence. Dans le but de compléter le modèle initial, des activités d'explication et de prévisions de phénomènes sont suggérées à l'enseignante. Dans un premier temps, les élèves vont tenter d'expliquer un phénomène sans disposer de toutes les connaissances permettant de répondre à la question posée. En ce sens, il s'agit d'une tâche plus ouverte que les précédentes, à l'issue de laquelle les connaissances construites ne se situent pas directement dans les réponses des élèves, mais dans les connaissances introduites pour élaborer cette réponse.

En restant dans l'espace de négociation délimité par les connaissances de référence, S. développe différents types d'arguments pour invalider les réponses des élèves. Ces types d'arguments utilisés par S. sont : le renvoi au modèle

la dernière
séance marque
une meilleure
adéquation entre
théorie et pratique

préalablement construit, la réalisation d'une contre - expérience, le raisonnement par l'absurde, le repérage d'une inadéquation entre la réponse de l'élève et la question posée, la réalisation d'une expérience, l'identification d'une étape de l'interprétation inexpliquée avec le modèle (Morge, 2001). Dans la mesure où l'enseignante imagine différents arguments pour contrôler les réponses des élèves, nous pouvons supposer qu'elle a atteint une certaine autonomie dans la gestion socio-constructiviste des séances. La double maîtrise de pratiques socio-constructivistes et de conceptions épistémologiques et didactiques associées, favorise selon nous le développement de cette autonomie. La maîtrise d'une pratique socio-constructiviste assure à l'enseignante un certain confort dans l'assurance de disposer de moyens de gérer la séance. La maîtrise des conceptions épistémologique et didactiques associées permet à l'enseignante de comprendre les enjeux de la situation, ses tenants et ses aboutissants et d'ajuster ainsi ses pratiques sur la base de ce qu'elle maîtrise déjà.

Pendant la séance, l'enseignante s'appuie sur les connaissances de référence pour refuser les réponses d'élèves, elle utilise des arguments relatifs à l'adéquation entre la réponse proposée et la tâche donnée. Ce type de contrôle permet à l'élève de se construire, au fil de la séance, une représentation toujours plus précise du problème. Il permet aux élèves d'accéder à la fois aux réponses qui ne sont pas retenues, aux raisons pour lesquelles elles ne sont pas retenues, aux moyens de contrôler ces réponses, au type de réponse attendue relativement à la tâche proposée. Autrement dit, le contrôle des réponses des élèves contribue au processus de dévolution du problème. Dans la séance sur l'électricité statique, l'effet de la dévolution progressive du problème se traduit selon nous par l'accroissement de la qualité des réponses d'élèves. Ils font de moins en moins d'erreurs dans l'utilisation du modèle, répondent de plus en plus sur le registre du modèle, et ne s'appuient plus sur certaines hypothèses dont la non-validité a été établie.

Lors des préparations de gestion des tâches de chaque séquence d'enseignement, les enseignantes avaient prévues de déléguer aux élèves le contrôle des réponses. Cette possibilité est théoriquement envisageable dans la mesure où les connaissances utilisées dans l'argumentation sont constituées par des connaissances partagées par la classe. Mais l'analyse des transcriptions montre que ce contrôle est effectué très majoritairement par les enseignantes. Ce choix réside, selon nous, dans la volonté de limiter les perturbations liées à leur nouvelle pratique. En déléguant le contrôle des productions aux élèves, l'enseignante ajoute un degré de liberté dans les interactions ce qui en complique la gestion. En effet, l'enseignante devra contrôler non seulement les réponses et justifications des

elle permet
d'envisager de
nouvelles
évolutions

élèves mais également les modalités de contrôle qu'ils mettent en œuvre. Les élèves ayant eux aussi des difficultés à exercer leur nouveau rôle de producteur de savoirs, l'enseignante limite cette perturbation en prenant en charge le contrôle des propositions. Cette délégation du pouvoir de juger les productions paraît plus envisageable une fois que les élèves auront vu l'enseignante exercer ces jugements de validité et que les protagonistes auront bien stabilisé et compris leur rôle.

CONCLUSION

La gestion des interactions en classe est selon nous une compétence professionnelle à acquérir. Les séances d'enseignement développées dans un premier temps par la recherche et pour la recherche en didactique sont actuellement en train d'apparaître dans le milieu de l'enseignement. Or, la gestion de ces séances n'est pas simple et peut placer les enseignants dans des situations inconfortables ou créer des tensions liées principalement aux nouveaux rôles tenus par l'élève (producteur de savoirs) et l'enseignant (superviseur des activités et productions). Former les enseignants à gérer de telles séquences constitue alors un enjeu fort pour la diffusion des travaux de didactique et la diversification des pratiques enseignantes.

La formation présentée, vise conjointement le développement de nouvelles pratiques et la construction de nouvelles conceptions. L'ambition de cette formation n'est pas de modifier des pratiques enseignantes, mais de les diversifier par un choix éclairé. L'idée de développer conjointement des pratiques et de nouvelles représentations sur l'enseignement l'apprentissage et l'épistémologie repose sur l'hypothèse d'une certaine indépendance naturelle de ces deux aspects. Selon nous, une modification des représentations n'entraîne pas forcément une modification des pratiques si l'enseignant n'a pas été invité, au cours de son parcours, à envisager les domaines d'application de ces nouvelles représentations. L'adéquation entre représentations et pratiques enseignantes est à construire. Spontanément, chacun de ces deux aspects peut se développer indépendamment l'un de l'autre.

les interactions
maître - élèves
constituent un objet
incontournable
de la formation
des enseignants

Ludovic MORGE
IUFM d'Auvergne, Équipe "Processus d'action
des enseignants"
LIREST

BIBLIOGRAPHIE

ALLAIN, J.-C. (1995). Un dispositif didactique utilisant des images pour faire évoluer les conceptions des élèves de dix ans sur les séismes. *Aster*, 21, 109-136.

ASTOLFI, J.-P. & PETERFALVI, B. (1997). Stratégies de travail des obstacles : dispositifs et ressorts. *Aster*, 25, 193-216.

BOMCHIL, S. & DARLEY, B. (1998). L'enseignement des sciences est-il vraiment inductiviste ? *Aster*, 26, 85-108.

COQUIDÉ, M. (1998). Les pratiques expérimentales : propos d'enseignants et conceptions officielles. *Aster*, 26, 109-132.

DUMAS-CARRÉ, A. & WEIL-BARAIS, A. (1998). *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique*. Berne : Peter Lang.

DE JONG, O. (1998). Points de vue de professeurs et de futurs professeurs de chimie concernant l'enseignement de la combustion. *Aster*, 26, 183-205.

FAVRE, D. & VERSEILS, I. (1997). Étude de l'acquisition et du réinvestissement du concept de surface portante. *Aster*, 25, 33-58.

FILLON, P. (1997). Des élèves dans un labyrinthe d'obstacles. *Aster*, 25, 113-142.

GOIX, M. (1997). Grandir : oui mais comment ? *Aster*, 24, 141-170.

HIRN, C. (1995). Comment les enseignants de sciences physiques lisent-ils les intentions didactiques des nouveaux programmes d'optique de classe de quatrième ? *Didaskalia*, 6, 39-54.

KARIOTOGLOU, P., KOUMARAS, P., & PSILLOS, D. (1995). Différenciation conceptuelle : un enseignement d'hydrostatique fondé sur le développement et la contradiction des conceptions des élèves. *Didaskalia*, 7, 63-90.

KOLIOPOULOS, D. & KONSTANTINOS, R. (1998). L'enseignement de l'énergie au collège vu par les enseignants. Grille d'analyse de leurs conceptions. *Aster*, 26, 165-182.

LARCHER, C., CHOMAT, A. & LINEATTE, C. (1994). D'une représentation à une autre pour modéliser les transformations de la matière au collège. *Aster*, 18, 119-140.

MARTINAND, J.-L., ASTOLFI, J.-P., CHOMAT, A., DROUIN, A.M., GENZLING, J.-C., LARCHER, C., LEMEIGNAN, G., MÉHEUT, M., RUMELHARD, G. & WEIL-BARAIS, A. (1992). *Enseignement et apprentissage de la modélisation en sciences*. Paris : I.N.R.P.

MÉHEUT, M. (1996) Enseignement d'un modèle particulière cinétique du gaz au collège. Questionnement et simulation. *Didaskalia* 8, 7-32.

Ministère de l'éducation nationale, de la recherche et de la technologie (1997). *Accompagnement des programmes de 5^e et 4^e*. CNDP.

MONCHAMP, A. (1997). Quand les obstacles ouvrent des perspectives pédagogiques : récit d'un itinéraire personnel. *Aster*, 25, 59-92.

MORGE, L. (1997). *Essai de formation professionnelle des professeurs de sciences physiques portant sur les interactions en classe. Étude de cas en formation initiale*. Thèse, Université Paris 7. (Directeur de thèse : LARCHER C.)

MORGE, L. (2000). Former les enseignants à interagir avec les élèves en classe de sciences. *Recherche et Formation*, 34, 101-112.

MORGE, L. (2001). Caractérisation des phases de conclusion dans l'enseignement scientifique. *Didaskalia*, 18, 99-120.

ORLANDI, E. (1991). Conceptions des enseignants sur la démarche expérimentale. *Aster*, 13, 111-132.

PORLÁN ARIZA, R., GARCÍA GARCÍA, E., RIVERO GARCÍA, A. & MARTÍN DEL POZO, R. (1998). Les obstacles à la formation professionnelle des professeurs en rapport avec leurs idées sur la science, l'enseignement et l'apprentissage. *Aster*, 26, 207-235.

POSTIC, M. (1977). *Observation et formation des enseignants*. Paris : PUF, Collection Pédagogie d'aujourd'hui.

ROBARDET, G. (1998). La didactique dans la formation des professeurs de sciences physiques face aux représentations sur l'enseignement scientifique. *Aster*, 28, 31-58.

SÉRÉ, M.-G. (1992). Guider le raisonnement d'élèves de collège avec des modèles particuliers de la matière. *Aster*, 14, 77-102.

SOLOMONIDOU, C. & STAVRIDOU, H. (1994). Les transformations des substances, enjeu de l'enseignement de la réaction chimique. *Aster*, 18, 75-96.

VÉRIN, A. (1998). Enseigner de façon constructiviste, est-ce faisable ? *Aster*, 26, 133-163.

WEIL-BARAIS, A. (1994). Les apprentissages en sciences physiques, in G. Vergnaud (éd.). *Apprentissage et didactiques, où en est-on ?* Paris : Hachette Éducation, 94-126.

UN MODÈLE D'ACTIVITÉ DE RÉOLUTION DE PROBLÈMES DE PHYSIQUE EN FORMATION INITIALE D'ENSEIGNANTS

Jean-Marie Boilevin
Andrée Dumas-Carré

Dans le cadre d'un travail de thèse, nous nous sommes intéressé à la formation des enseignants de sciences physiques envisagée d'un point de vue didactique. Nous avons conçu et mis en place un module de formation dont l'objectif est d'accompagner des stagiaires en I.U.F.M. afin qu'ils acquièrent des compétences nouvelles : mettre en œuvre un modèle d'activité nouveau (résolution de problèmes ouverts de physique) et interagir avec les élèves en respectant un certain nombre de principes dérivés de considérations épistémologiques et psychologiques, retenus par un groupe de chercheurs en didactique. Partant de l'hypothèse que l'acquisition de nouvelles pratiques passe par une réflexion sur les pratiques, une large place est accordée au travail d'analyse de celles-ci par les stagiaires en cours de formation. De même, l'analyse des échanges entre les stagiaires et le formateur (qui est aussi le chercheur) permet d'évaluer l'impact de la formation mise en place. Notre étude montre que l'objectivation de leurs propres pratiques a modifié la conception des stagiaires à propos des rôles du professeur et des élèves dans l'apprentissage des sciences à l'issue de la formation. Ce changement de conception semble s'accompagner d'un changement de pratique. La formation a entraîné la construction de savoirs pratiques professionnels conduisant à une pratique plus réfléchie.

La mise en place des Instituts Universitaires de Formation des Maîtres (I.U.F.M.) en 1991 s'est accompagnée d'un certain nombre de recommandations, notamment à propos de l'introduction de la didactique et de la nécessité d'une articulation entre théorie et pratique. Mais quelle formation proposer exactement et comment rendre opérationnel un tel type de formation ? Comment introduire la didactique ? Comment articuler théorie et pratique ? Telles sont certaines des questions posées actuellement à la recherche en éducation.

Dans notre travail (Boilevin, 2000) nous nous sommes intéressé à la formation professionnelle des enseignants de sciences physiques au sein des Instituts Universitaires de Formation des Maîtres. Nous avons montré que considérer celle-ci comme une recherche de professionnalisation (au sens de Trousson, 1992) conduit à mettre l'accent sur l'articulation théorie-pratique et à mettre en place un dispositif permettant la construction de savoir-faire réfléchis (des savoirs pratiques professionnels pour reprendre les termes de Porlan et al., 1994 & 1998) en vue de la rationalisation des savoirs professionnels, comme le propose Bourdoncle (1991). Parmi ces derniers, nous avons particulièrement étudié ceux concernant l'aide à la construction des connaissances scientifiques par les élèves au cours des interactions didactiques.

une formation
professionnelle
visant
la construction
de savoir-faire
réfléchis...

... concernant
l'aide à
la construction des
connaissances
scientifiques
par les élèves
au cours
des interactions
didactiques

Analyser de telles interactions nécessite de recourir à des séquences de classe susceptibles de favoriser l'appropriation de connaissances par les élèves, en s'appuyant notamment sur des processus interactifs de type tutelle et médiation. L'objet de cet article est de présenter l'étude de la prise en main par les stagiaires du modèle d'activité de résolution de problèmes, issu de recherches en didactique des sciences, proposé pour élaborer une séquence de classe ainsi que sa mise en œuvre avant et après l'analyse de leur pratique.

1. DISPOSITIF DE FORMATION

des activités
de formation dans
le cadre de
l'accompagnement
au mémoire
professionnel

La formation a lieu dans le cadre d'un I.U.F.M., ce qui amène à prendre en compte certaines contraintes institutionnelles et matérielles. Les stagiaires partagent leur semaine en deux temps (classe en responsabilité et formation à l'I.U.F.M.). Le choix est fait de proposer cette formation dans le cadre de l'accompagnement au Mémoire Professionnel que doivent réaliser les professeurs stagiaires, la marge de manœuvre vis-à-vis des pratiques habituelles s'avérant plus grande. L'ensemble constitue un module de 25 heures environ réparti sur 1,5 ans (sans compter les séquences de classe) et concerne un groupe de quatre stagiaires volontaires.

Les activités de formation comportent une partie élaboration d'une séquence de classe sous une certaine contrainte (appel à un modèle d'activité de résolution de problèmes) – séquence prise en charge par les stagiaires eux-mêmes – et une partie objectivation des pratiques, l'ensemble étant décomposé en plusieurs phases.

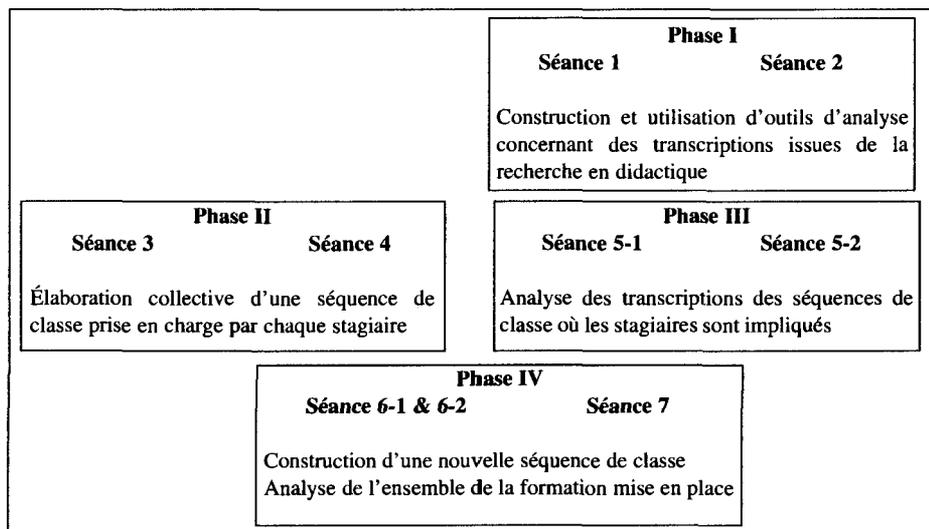
élaboration
d'une
séquence
de classe sous
certaines
contraintes...

Au cours de la première phase de formation, les stagiaires ont analysé des transcriptions (1) de séquences de classe issues des travaux sur la résolution de problèmes de physique (Dumas-Carré, 1994). Cette analyse donne lieu à l'utilisation d'outils d'analyse des pratiques enseignantes issus des travaux du groupe "Médiation" (2) (Weil-Barais et Dumas-Carré, 1995).

Au cours de la deuxième phase, les stagiaires élaborent collectivement une séquence de classe présentant les caractéristiques nécessaires pour favoriser la construction des connaissances par les élèves. La séquence est ensuite mise en œuvre par chaque stagiaire dans sa propre classe. Le choix de l'activité de résolution de problème ouvert de physique est

-
- (1) Par transcription, il faut entendre la reproduction numérotée de toutes les interventions verbales des élèves et du professeur pendant la séance.
- (2) Il s'agit d'un groupe de recherche associant des formateurs I.U.F.M. et des chercheurs, sous la direction d'Andrée Dumas-Carré et Annick Weil-Barais, recherche soutenue par l'I.U.F.M. de l'Académie de Versailles sur le thème de la tutelle et de la médiation dans l'enseignement et la formation.

Document 1. Structure du dispositif de formation effectif



fait pour amener les stagiaires à découvrir les moments de tutelle et de médiation.

... mise en œuvre de cette séquence

Dans la troisième phase, les stagiaires sont invités à analyser les transcriptions de leurs séquences de classe, individuellement puis en groupe, les axes d'analyse et les descripteurs étant laissés libres.

La quatrième phase est une phase de construction d'une nouvelle séquence s'appuyant sur les mêmes activités.

Concrètement, il s'agit de :

- faire construire une séquence de classe (sous certaines contraintes) à un groupe de stagiaires volontaires ;
- faire mettre en œuvre cette séquence ;
- faire objectiver les pratiques sous l'angle de la médiation à partir de transcriptions de séquences de classe extérieures au groupe et propres au groupe.

objectivation des pratiques sous l'angle de la médiation

La plupart des séances de travail ont lieu sous forme d'atelier, chaque séance étant préparée individuellement par les stagiaires. Le recours aux transcriptions des séquences de classe a été imposé aux stagiaires (chacun étant responsable de sa propre transcription) pour éviter des discours sur des impressions pendant les séances de formation et pour faciliter le passage à l'analyse par une première prise de contact avec "soi". Le rôle du formateur est d'inciter les stagiaires à s'exprimer, de faciliter les échanges, de les écouter, de reformuler, de proposer des outils conceptuels, d'amener le groupe à construire ensemble une compréhension mutuelle, et non pas de leur dire ce qu'ils doivent faire et comment ils doivent le faire.

Le corpus constitué comprend les différentes transcriptions audio des séances de formation et les documents distribués

aux stagiaires par le formateur ou élaborés par ces derniers. Il faut aussi ajouter les trois Mémoires Professionnels présentés et soutenus par les stagiaires.

2. CADRE THÉORIQUE

un triple point
de vue,
psychologique,
épistémologique et
communicationnel

L'adoption d'un triple point de vue – épistémologique (les connaissances qui se construisent doivent être validées et partagées par la communauté à un moment donné), psychologique (théorie socio-constructiviste sur l'apprentissage), sur la communication (les significations sont construites au cours des interactions) – amène à reconsidérer le rôle de l'enseignant. Il n'est plus celui qui transmet des connaissances toutes élaborées sous forme expositive mais celui qui aide les élèves à en construire à l'occasion des interactions didactiques. Il devient alors un tuteur et/ou un médiateur (Weil-Barais, 1998 ; Weil-Barais et Dumas-Carré, 1995 & 1998).

Les élèves sont considérés comme des individus à part entière pouvant exprimer leurs idées. Le professeur est le garant des savoirs reconnus par la communauté scientifique. Les interactions didactiques ont lieu entre élèves, ou entre des élèves et le professeur, à propos de savoir(s) au sens d'intermédiaire(s) intellectuel(s) entre le monde et l'homme. Elles doivent amener à partager les savoirs au sein de la "communauté classe". Ces relations aux savoirs ne sont pas seulement privées (au sens cognitif) mais aussi publiques (au sens social) et de plus, elles dépendent de l'institution au sens organisationnel, social, politique, comme l'a montré Sachot (1996).

articulation
entre
changement
de conceptions
et changement
de pratiques

Le dispositif de formation mis en place propose une articulation entre changement de conceptions et changement de pratiques, en s'appuyant sur une objectivation des pratiques enseignantes. Nous retrouvons ainsi certaines propositions d'Altet (1994, 1996) autour de "*la trialectique pratique-théorie-pratique*". Le recours à l'analyse de pratique permet de sortir du discours normatif et du jugement de valeur : il s'agit d'une analyse compréhensive à l'aide d'outils conceptuels proposés par le formateur et reconstruits par le groupe de stagiaires. Ce type de dispositif permet une mise en contexte de savoirs théoriques tout en prenant en compte les pratiques réelles des enseignants ainsi que les contraintes liées au fonctionnement institutionnel. Ajoutons que l'originalité du dispositif apparaît dans la conception de la communication adoptée qui prend en compte les contenus d'apprentissage et les enjeux conceptuels, contrairement aux dispositifs de formation focalisés sur les aspects uniquement relationnels ou psychosociaux.

articulation
entre pratique
et théorie

Notre recherche s'est donc intéressée aux types d'activités à proposer à des stagiaires I.U.F.M. de sciences physiques pour les amener à construire des séquences de classe interactives au cours desquelles les élèves auront l'occasion de construire des connaissances nouvelles.

Ce travail se situe dans le courant des recherches sur les processus d'enseignement et notamment les travaux du groupe "Médiation" sur les interactions en classe : interactions entre maître et élèves ou entre élèves. Le présupposé de ce groupe de recherche est qu'il n'est pas raisonnable d'attendre la formation de compétences professionnelles de type interaction avec les apprenants en accumulant des informations relevant de différents champs de connaissances. Ces compétences professionnelles se forment dans l'action et nécessitent des dispositifs où alternent pratique et théorie. Le travail de recherche se centre alors sur l'accompagnement des stagiaires réalisé par les formateurs.

Le principe d'homomorphisme vise à montrer que les dispositifs développés par le formateur "*entretiennent une certaine parenté avec ce que le formé aura à installer pour ses élèves, à son retour dans la classe*" (Astolfi et al., 1997). Ceci nous amène à choisir un dispositif de formation présentant une certaine cohérence avec les pratiques interactives à mettre en place en classe par les jeunes enseignants. L'élaboration de la connaissance est conçue comme une construction sociale, située historiquement. En formation des maîtres, il s'agit alors de mettre en œuvre des significations partagées.

L'idée générale est de rechercher si le travail de préparation de la séquence de classe est relié par les stagiaires à leur pratique et leur objectivation des pratiques, ou s'il s'agit de deux parties distinctes, sans relation entre elles.

Il existe ainsi plusieurs niveaux d'analyse des interactions. Il y a tout d'abord interaction entre les stagiaires et leurs élèves. L'analyse en est faite par les stagiaires et le formateur, ce qui donne lieu à des interactions entre stagiaires et entre stagiaires et formateur. Ces deux niveaux d'interactions sont ensuite étudiés par le chercheur, qui est aussi le formateur.

Dans les paragraphes suivants, nous présentons le modèle d'activité utilisé, puis nous analysons le modèle construit par les stagiaires et sa mise en œuvre au cours d'une séquence de classe. Enfin, nous montrons l'effet d'analyse de leur propre pratique sur la conception de la séquence de classe.

3. MODÈLE D'ACTIVITÉ DE RÉOLUTION DE PROBLÈMES OUVERTS DE PHYSIQUE CONSTRUIT PAR LES STAGIAIRES

Il s'agit ici d'étudier la phase II du dispositif de formation.

3.1. Analyse du modèle d'activité

L'objet d'enseignement choisi est une nouvelle pratique de résolution de problèmes de physique développée par Dumas-Carré et Goffard dans le cadre de recherches didactiques

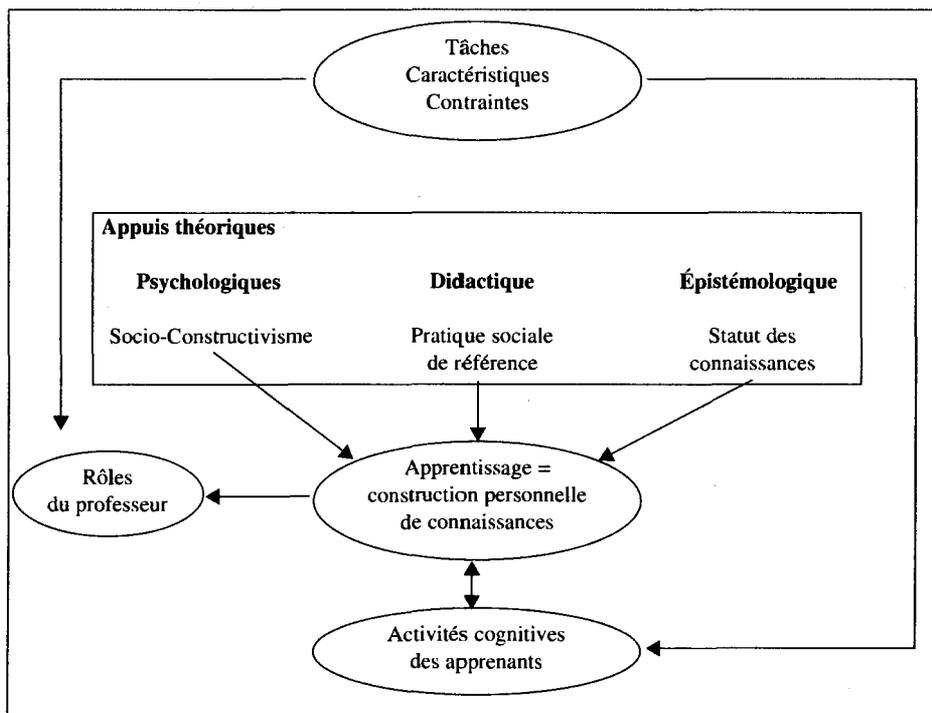
plusieurs
niveaux
d'analyse
des interactions

l'objet d'enseignement s'appuie sur un modèle d'activité de résolution de problèmes ouverts de physique...

(1992, 1993, 1997). Il s'agit d'énoncés ouverts de problèmes décrivant des situations non modélisées (sans conditions, sans valeurs numériques...) pour lesquels les élèves sont appelés à modéliser la situation. Le travail en classe est organisé essentiellement en petits groupes. La communication intragroupe et intergroupe est encouragée et le professeur joue un rôle de tuteur et/ou de médiateur suivant le déroulement de l'activité. La pratique sociale de référence est le chercheur scientifique résolvant un problème. Certaines activités intellectuelles de la démarche scientifique sont retenues plus particulièrement.

Nous proposons de synthétiser ce modèle par le schéma suivant.

Document 2. Éléments et relations du modèle d'activité de résolution de problèmes ouverts de physique



... reposant sur des appuis psychologique, didactique et épistémologique

Il repose sur trois appuis théoriques essentiels qui amènent à penser l'apprentissage des sciences physiques comme une construction personnelle. Pour que cet apprentissage ait lieu, il convient de proposer des activités cognitives spécifiques aux apprenants et donc des tâches particulières possédant des caractéristiques et des contraintes précises, ce qui implique de nouveaux rôles pour le professeur.

En référence au point de vue socio-constructiviste, ce modèle considère que l'élève construit ses connaissances par une interaction active avec son environnement physique et social, notamment en situation de résolution de problèmes. La science est vue comme un processus collectif de construction d'une représentation de la réalité. Le concept d'intersubjectivité (échange de points de vue entre individus) remplace alors celui d'objectivité. Le discours scientifique n'existe que s'il est reconnu comme tel par la communauté partageant les mêmes critères de rationalité et de preuve, les mêmes exigences méthodologiques, etc. Enfin, le concept didactique de pratique sociale de référence développé par Martinand, auquel les auteurs se réfèrent, désigne les activités sociales pouvant servir de référence à des activités scolaires (3).

3.2. Mode d'analyse

Pour analyser ce modèle, nous avons repéré six catégories le structurant, regroupées autour de deux thèmes.

six catégories
d'analyse
regroupées
autour
de deux thèmes

• *Les principes de fonctionnement découlant de la pratique de référence*

1. Caractéristiques des tâches

Il s'agit de problèmes ouverts sans données, occasions de faire développer certaines activités intellectuelles non habituelles comme la représentation de la situation, le passage de la description des phénomènes et des objets à une description utilisant des concepts et des modèles de la physique, l'émission d'hypothèses, toutes ces activités amenant une prise en compte des conceptions des élèves. Ajoutons qu'un retour synthétique sur les différentes étapes suivies pour résoudre le problème assure une fonction d'apprentissage auprès des élèves en fin de séquence.

2. Travail en commun

Les phases de recherche et de production sont des élaborations entre pairs, avec communication des idées individuelles et donc avec confrontation des points de vue. Le travail en équipe donne, de plus, une image de la pratique scientifique aux élèves. Les connaissances sont construites à partir des interactions entre élèves et elles sont validées à un moment donné de l'histoire du groupe classe.

les principes
de fonctionnement
découlant
de la pratique
de référence

(3) De ce point de vue, un programme d'enseignement ne se réduit pas à une simple réduction ou adaptation du "savoir savant" en savoir à enseigner. Il convient de ne pas oublier les activités sociales correspondantes. Les conditions d'obtention et d'utilisation des savoirs sont aussi importantes que ces derniers. Ainsi, on peut faire appel à des pratiques de références variées (la recherche scientifique, l'ingénierie, voire les activités domestiques).

Comme l'a signalé Goffard (1992), dans le dispositif proposé, le maître n'est plus le seul à détenir le savoir puisque les connaissances des élèves sont utilisées et prises en compte par l'ensemble du groupe classe : il y a partage du savoir. De plus, l'enseignant n'est pas celui qui décide seul. Une partie des décisions est laissée à la charge des élèves : il y a partage du pouvoir. Ce nouveau dispositif peut donc déstabiliser non seulement le professeur mais aussi les élèves lorsqu'il est utilisé en classe les premières fois.

3. Communication

Les résultats des recherches sont partagés avec les autres équipes. Ceci montre que le produit de la recherche se partage et se discute. La communication scolaire est ici considérée comme un moyen que se donnent les différents partenaires pour réaliser la tâche proposée à l'ensemble du groupe classe. La connaissance est un processus de construction nécessitant une communication et une validation entre les individus. Le rôle du professeur est fondamental dans cette phase de travail, notamment dans la gestion des processus de négociation accompagnant la recherche de significations partagées.

• Les conditions de mise en œuvre

4. Rôles du professeur

Les rôles du professeur sont différents suivant les moments. Dans les travaux en petits groupes, il agit comme un guide ou une ressource à la demande et peut ainsi être considéré comme un tuteur. Dans les discussions en classe entière, il est animateur et il assure une fonction d'institutionnalisateur en fin de séance (le professeur sait et dit ce qui est conforme à la physique, c'est lui le représentant de la communauté scientifique). Dans ces deux rôles, les processus de négociation, de partage de significations et de validation sont essentiels : le professeur est alors médiateur.

5. Nécessité ou non de la recherche d'un consensus

Le consensus sur la question à traiter et sur le choix de la modélisation, ce que nous appellerons la problématisation, est important pour traiter le même problème de façon à permettre un réel apprentissage. Par contre, des représentations différentes de la situation problématique peuvent entraîner des hypothèses différentes (c'est en fait l'expression des conceptions qui a lieu). Il en est de même pour les stratégies de résolution envisagées ainsi que les traitements du problème qui peuvent être différents d'un groupe à l'autre.

6. Nécessité de langages intermédiaires

Pour passer du référent empirique au registre des modèles physiques, le recours à des systèmes symboliques ou à des langages intermédiaires s'avère nécessaire. En effet, l'apprentissage des sciences physiques consiste, entre autre, à passer d'une description des objets et des phénomènes dans un

langage courant à une description en termes de concepts de physique ou de chimie. C'est lorsque les concepts sont construits par les élèves que les termes scientifiques utilisés prennent véritablement du sens et deviennent un langage partagé.

Or, dans les dispositifs tels que les activités de résolution de problèmes ouverts, les élèves au sein des groupes ne possèdent pas encore de "langage commun". De nombreux chercheurs (par exemple : Caillot & Dumas-Carré, 1987 ; Gomatos, 1996 ; Lemeignan & Weil-Barais, 1993 ; Viennot, 1989) proposent de s'appuyer sur des aides cognitives pour viser une meilleure communication entre les élèves (intra et inter groupes). Ces aides cognitives (très souvent des représentations symboliques graphiques) s'avèrent efficaces si la représentation symbolique intermédiaire n'ajoute pas de difficultés chez les élèves censés l'utiliser. Dans les activités de résolution de problèmes, le recours à des langages intermédiaires s'avère particulièrement important dans la phase de représentation du problème par les élèves. Il leur permet de communiquer et donc d'échanger autour de leurs conceptions.

3.3. Le modèle d'activité construit par les stagiaires avant la mise en œuvre en classe

Ce modèle a été présenté aux stagiaires au cours de la formation par l'intermédiaire de :

- documents élaborés par le formateur qui donnent un très bref aperçu des recherches sur les activités de résolution de problèmes en physique et les conditions de mise en œuvre ;
- deux articles de recherche de Dumas-Carré & Goffard (1992, 1993).

Il s'agit pour nous d'analyser l'évolution du produit "modèle d'activité", et non pas le processus d'élaboration du modèle par les stagiaires, pour repérer les difficultés et les réussites. Pour cela, nous étudions les différents documents élaborés en commun par le groupe en formation : le cahier des charges (éléments clés) le scénario et les fiches (éléments conjoncturels).

• Cahier des charges

Pour aider les jeunes enseignants à s'approprier le modèle d'activité, la formation proposée débouche sur la rédaction d'un cahier des charges. Ce document, élaboré avec le groupe de stagiaires, compare les caractéristiques d'un problème fermé et d'un problème ouvert et présente les éléments clés du modèle.

Globalement, nous retrouvons bien le modèle d'activité de résolution de problèmes ouverts de physique dans les documents élaborés par les stagiaires. Il semble cependant que les aspects organisationnels – que ce soit au niveau des principes liés à la pratique de référence ou des conditions de mise en

étude
du cahier
des charges

œuvre – ont surtout été pris en compte. Les enjeux pour les élèves en termes d'apprentissages conceptuels et méthodologiques concernant le thème abordé ne transparaissent pas clairement. Quant aux finalités générales du modèle d'activité – psychologique, épistémologique – elles sont probablement restées incomprises.

Par exemple, la lecture de la première page du cahier des charges préparé par les jeunes enseignants met en évidence une difficulté d'ordre épistémologique : le manque de réflexion sur la nature de la physique et particulièrement sur les activités de modélisation et les changements de registre (du phénomène au modèle) les amène à remplacer la dualité problème ouvert/problème fermé et les activités cognitives afférentes par la dualité problème scolaire/problème de la vie courante.

De plus, la réflexion sur les fermetures éventuelles du problème (4) en cours de résolution par les élèves a été envisagée et notamment à propos de la problématisation mais avec un vocabulaire incohérent : le mot représentation est employé à la place du terme problématisation, laissant planer une incertitude sur la compréhension au sein du groupe. *“Il (le professeur) veille à ce qu'il y ait une même représentation du problème pour tous pour ne pas traiter des problèmes différents : il doit y avoir une seule résolution.”*

• Scénario

Il s'agit d'un document mis en forme par un membre du groupe à partir de la préparation commune qui représente une mise en contexte du cahier des charges. Ce scénario propose l'énoncé du problème ouvert préparé par le groupe (5) ainsi qu'un découpage des différentes phases de travail en petits groupes d'élèves ou en groupe classe, permettant ainsi d'organiser le déroulement de la séquence. Pour les deux premières phases, un tableau présente sur trois colonnes les anticipations faites par le groupe en termes de réaction des élèves et de l'enseignant à différents moments de la séquence ainsi que des commentaires resituant ces réactions par rapport à l'analyse physique et à l'analyse didactique réalisée sur le thème abordé (ici l'électricité en classe de Seconde).

étude
du scénario

-
- (4) Par fermeture, il faut comprendre un problème traditionnel fermé (conditions, modélisation précisées) compatible avec la situation ouverte étudiée. Le rôle du professeur est de guider et de stabiliser les choix. Il ne refuse pas une (ou des) fermeture(s) par argument d'autorité mais par une argumentation scientifique. Nous retrouvons l'idée des savoirs scientifiques considérés comme des constructions intellectuelles modifiables et non comme des vérités à découvrir (Morge, 1997). Une fermeture refusée à ce moment pourra devenir une ouverture en fin de séquence de classe.
- (5) L'énoncé du problème ouvert (dénommé problème “Mon Ami Pierrot”) préparé par le groupe de stagiaires est le suivant : Ma chandelle est morte. Mon ami Pierrot me prête une ampoule et une pile. Suis-je sûr de pouvoir m'éclairer ?

Les commentaires présents dans le tableau apparaissent là aussi parfois contradictoires avec le cadre théorique préconisé par le modèle d'activité.

- *“Le prof. met tout le monde d'accord sur un schéma et des notations communes... le prof. pousse plus ou moins fort.”* Est-ce le professeur qui impose son point de vue ? L'idée de construire une signification partagée (référence commune ou co-référence) apparaît absente des préoccupations des jeunes enseignants. Il semblerait qu'ils pensent plutôt imposer leur point de vue, sans se préoccuper de “suivre” le sens que les élèves lui donnent.
- *“On s'appuie sur les expériences du collègue dans lesquelles l'élève a beaucoup manipulé...”* Un des éléments de base du constructivisme transparaît à travers cette citation. Il faut s'appuyer sur ce que savent les élèves pour intervenir.

• Fiche

étude des fiches

Chaque stagiaire est invité par le formateur à élaborer des fiches pratiques personnelles à partir du scénario commun pour réaliser sa propre séquence de classe. Il est à noter en particulier que le rôle de l'enseignant, différent de la pratique habituelle, est clairement identifié puisque la remarque suivante à l'attention des élèves figure sur une des fiches étudiées : *“l'intervention du professeur pourra paraître surprenante puisque je ne donnerai aucune réponse directe”*.

• Bilan

les aspects
organisationnels
du modèle
apparaissent
fidèlement
respectés mais
sans que
les stagiaires
ne comprennent
vraiment
à quoi cela sert

Si nous reprenons le schéma synthétique du modèle d'activité proposé document 2, nous remarquons que certains blocs (“tâches, caractéristiques, contraintes” et “rôles du professeur”) sont assez bien compris alors que d'autres (“appuis théoriques”, “apprentissage” et “activités cognitives”) ne sont pas réellement abordés. Mais c'est surtout l'existence des liens entre ces blocs qui semble ignorée. Les aspects organisationnels du modèle sont ainsi fidèlement respectés (caractéristiques des tâches, organisation) mais sans trop comprendre à quoi cela sert.

Cette absence de liaison entre règles, modalités, contraintes et implications ne vient-elle pas de la façon dont le modèle a été présenté ? L'accent n'a probablement pas été assez porté sur les appuis théoriques et les conséquences didactiques du recours à un tel modèle aussi bien dans les articles servant de base que dans la présentation faite par le formateur.

3.4. Analyse des difficultés et des réussites des stagiaires dans la gestion de l'activité selon le modèle

À partir des transcriptions de classe des stagiaires, il s'agit de repérer les moments où le professeur joue un des rôles prévus et d'étudier les différences constatées par rapport au

modèle construit par les stagiaires et par rapport au modèle d'origine pour repérer les difficultés et les réussites. Le choix est fait de s'intéresser à une des transcriptions : la classe de Marc. Elle est assez représentative des difficultés rencontrées par l'ensemble des stagiaires. De plus, il s'agit de la transcription choisie par le groupe pour analyser sa propre pratique au cours des séances de formation.

• Comparaison entre la transcription de classe et le modèle d'activité (stagiaire et d'origine)

réalisation et analyse de la chronique d'une des séquences de classe à partir de la transcription

Pour organiser cette comparaison, nous avons réalisé la chronique de la séquence de classe (6) (Dumas-Carré & Weil-Barais, 2000) prise en charge par Marc à partir de la transcription. Nous disposons aussi des différents documents élaborés en commun par les stagiaires (cahier des charges, scénario).

un codage pour repérer les difficultés et les réussites parmi les interventions du professeur

Nous avons ainsi repéré, pour chaque épisode de la chronique, des interventions verbales ou des sous-épisodes représentatifs des interventions du professeur. Les commentaires, réalisés a posteriori, sont centrés sur la comparaison avec le modèle d'activité. Nous avons élaboré un codage à partir de l'étude du modèle (tableau 1 s'appuyant sur les six catégories présentées en 3.2.) qui permet de repérer et de comptabiliser les difficultés et les réussites parmi les interventions du professeur.

Tableau 1. Codage de la chronique de la séquence de classe de Marc

Code	Intervention du professeur à propos de	
1	Caractéristiques des tâches : des problèmes ouverts sans données	
2	Travail en commun	
3	Communication	
4 G 4 A 4 I	Rôle du professeur	Guide dans le travail en petits groupes Animateur au cours des restitutions des travaux de groupes Institutionnalisateur au tableau
5	Nécessité ou non de la recherche d'un consensus	
6	Nécessité de langages intermédiaires	

(6) La chronique correspond à un découpage thématique a posteriori par épisodes (repérage des thèmes qui sont objets de discussion et dans quel enchaînement). Dans la transcription de la séquence de classe, les interventions verbales sont numérotées chronologiquement et les différents locuteurs sont distingués : le professeur est codé par la lettre P et les élèves par tous les autres codes rencontrés (NI désignant un élève non identifié).

Nous présentons dans le tableau 2 un extrait de l'analyse réalisée. La présence d'un astérisque dans la "colonne codage" correspond au repérage d'une contradiction entre l'activité du professeur et le modèle d'activité (soit celui de la recherche, soit celui élaboré par les stagiaires) donc d'une difficulté dans la gestion du modèle. L'absence d'astérisque, quant à elle, met en évidence une cohérence avec le modèle, donc une réussite.

Tableau 2. Extraits de l'analyse de la chronique de la séquence de classe de Marc

Chronique	Commentaires	Codage
<p><i>Épisode 1° Restitution – discussion</i></p> <p>329 P & 334 P : consigne du professeur de ne pas tout écrire au tableau mais seulement ce qui est important</p> <p>344 P & 350 P : organisation du travail des secrétaires qui doivent traduire les résultats de leur groupe et pas d'un autre</p>	<p><i>Restitution et discussion de la première phase</i></p> <p>Comment un élève peut-il savoir ce qui est important ? Cette consigne n'apparaît pas dans les documents des stagiaires et semble en contradiction avec le modèle d'origine.</p> <p>Cet aspect est cohérent avec le modèle.</p>	<p>3* - 4 A*</p> <p>3 - 4 A</p>
<p><i>Episode 2° Restitution – discussion</i></p> <p>589 à 626 : les secrétaires sont réticents pour écrire le résultat des réflexions de leur groupe : ils ont peur de raconter des bêtises.</p> <p>Le professeur les incite à écrire tout de même.</p>	<p><i>Restitution et discussion de la deuxième phase</i></p> <p>Là encore les élèves sont surpris par les propositions du professeur qui accepte de prendre en compte leurs erreurs.</p> <p>Les aspects communication et échanges de résultats sont gérés par l'enseignant en cohérence avec le modèle d'activité.</p>	<p>3 - 4 A</p> <p>3 - 4 A</p>

un exemple d'absence de réflexion du professeur à propos de la communication au cours des interactions didactiques

Par exemple, l'extrait 1 (il s'agit d'un moment où les élèves "rapporteurs-secrétaires" viennent au tableau pour la première fois) met en évidence les maladresses du jeune enseignant pour animer cette partie de la séquence. Mais ce passage montre surtout l'absence de réflexion du professeur à propos de la communication puisqu'il court-circuite une partie des échanges entre les groupes, qu'il essaie d'organiser, en demandant aux élèves secrétaires de trier les "bonnes informations" dans les propositions de leur groupe. L'extrait 2 (au cours de la deuxième restitution-discussion) correspond aux attitudes attendues de la part du professeur qui montre une plus grande attention aux propositions des élèves.

un exemple montrant l'attention du professeur aux propositions des élèves au cours des interactions didactiques

Transcription de classe : extrait n° 1

329 P : Vous êtes tous prêts là, pour passer au tableau ? Donc un par groupe va écrire, peut-être pas tout ce que vous avez sur votre feuille mais une partie de ce que vous avez sur votre feuille, les éléments les plus importants, vous l'écrivez. Les trois, quatre éléments les plus importants. Il n'y a pas un groupe qui a de bonnes réponses. D'après ce que j'ai vu, vous avez tous des réponses et on va en discuter maintenant... C'est pas la quantité qui compte, c'est vos cogitations.
 ...
 333 Julia : ... juste, ou alors je fais aussi les schémas ?
 334 P : Tu fais ce qui te semble important, les étapes les plus importantes. Parce que tu n'as qu'une partie du tableau. Donc il faut se restreindre...

Transcription de classe : extrait n° 2

612 P : Vous n'avez plus qu'un demi-tableau. Ça vous suffira puisque vous m'avez tous dit que vous n'aviez rien à écrire, quoique j'en doute.
 613 NI : ...
 614 P : Mais c'est pas grave, c'est fait pour... Julia, écris ce que toi, tu as sur ta feuille, et Emmanuelle, ce que tu as toi sur ta feuille...
 617 P : Écrivez ce que vous avez chacun, on va en discuter. Vas-y, François, écris et on va en discuter... C'est bon Emmanuelle, tu as tout écrit ?
 618 Emmanuelle : Bah, y a pas grand-chose.
 619 P : Merci.
 620 Julia (à son groupe) : Je le mets votre truc là ? Je la mets la relation qu'on a fait en plus, là ? (à Guillaume) T'es sûr que c'est juste ?
 621 P : C'est forcément juste puisque vous en avez discuté entre vous !
 622 Julia : Ah non, pas du tout !

Le tableau 3 comptabilise ainsi, pour l'ensemble de la séquence de classe, les interventions qui concernent les difficultés et les réussites du stagiaire. Nous obtenons ainsi une répartition (en pourcentage) des difficultés et des réussites au sein d'une même catégorie.

Tableau 3. Répartition des difficultés et des réussites au sein d'une même catégorie

Code	1	2	3	4G	4A	4I	5	6	Total
Difficulté	2	2	7	5	6	1	1	1	25
	14 %	67 %	44 %	42 %	50 %	100 %	33 %	50 %	
Réussite	12	1	9	7	6	0	2	1	38
	86 %	33 %	56 %	58 %	50 %	0 %	67 %	50 %	

l'essentiel des réussites concerne "les caractéristiques des tâches"

Certaines catégories sont très peu présentes dans les interventions verbales de l'enseignant : "travail en commun", "professeur institutionnalisateur", "la nécessité ou non de la recherche d'un consensus", "la nécessité de langages inter-

médiatives". Les quatre autres catégories constituent en fait l'essentiel des interventions.

Nous remarquons que l'essentiel des réussites concerne "les caractéristiques des tâches" alors que "les rôles du professeur (guide, animateur)" et "la communication" se répartissent assez équitablement entre réussites et difficultés.

• Discussion

1. Caractéristiques de la tâche

Les confusions rencontrées notamment à propos de la problématisation et de la représentation du problème proviennent probablement de la mauvaise distinction faite entre le référent empirique et le registre des concepts et des modèles. Il faut peut-être y voir la trace de ce que Robardet (1995) nomme la "*représentation naturaliste*". Ces difficultés d'ordre épistémologique peuvent aussi provenir de la méconnaissance de la pratique de référence par les stagiaires ou bien encore de l'exemple de problème ouvert proposé par le formateur.

L'apprentissage des élèves est donc gêné du fait de la non prise en compte des conceptions. De plus, le travail de conceptualisation propre aux activités scientifiques est masqué.

2. Travail en commun

L'organisation au sein des groupes apparaît conforme au modèle ce qui permet de favoriser les interactions sociales. Mais les appuis théoriques sont non conscients chez les stagiaires.

3. Communication

Le côté organisationnel est bien pris en compte mais le professeur interfère assez souvent dans les échanges entre les élèves et/ou entre les groupes. Il semble que les élèves comme le professeur aient du mal à changer de rôle par rapport à la pratique habituelle. Le partage du pouvoir et le partage du savoir ne se font pas facilement, l'enseignant naviguant souvent entre deux styles bien différents, difficilement identifiables par les élèves.

La recherche scientifique apparaît, dans les activités menées par les jeunes enseignants avec leurs élèves, comme un travail d'équipes partageant et discutant leurs résultats. Par contre, la recherche de significations partagées entre tous les interlocuteurs n'est pas réellement effectuée, ce qui ne facilite pas la construction de connaissances par les élèves.

4. Rôles du professeur

Il semble que l'enseignant soit trop absent dans les phases de travail en petits groupes comme s'il avait peur d'en dire trop aux élèves et d'être directif. Par contre, il ne laisse pas assez de place aux élèves dans les moments de restitution et de discussion en groupe classe (par exemple en ne discutant pas les propositions "fausses" de certains groupes).

Les conceptions erronées des élèves ne sont pas réellement discutées, ce qui freine l'évolution de ces dernières et la construction de concepts scientifiques.

5. Nécessité ou non d'un consensus

La confusion chez les jeunes enseignants entre la problématisation (commune) et la représentation du problème (individuelle) ne permet pas une mise en relation des conceptions des élèves et des concepts scientifiques. En effet, des représentations différentes de la situation problématique peuvent entraîner des hypothèses différentes, mais l'expression des conceptions des élèves n'est pas favorisée par les stagiaires. De plus, il est essentiel, pour qu'il y ait un réel apprentissage, que tous les élèves traitent le même problème pour pouvoir comparer les différentes stratégies et les différents résultats obtenus. Ici, la recherche de consensus sur la question à traiter, et sur le choix de la modélisation pour que tous les élèves travaillent sur le même problème, est abordée très rapidement par les jeunes enseignants.

6. Langages intermédiaires

Le travail sur le schéma normalisé est bien géré par l'enseignant. Cette représentation symbolique commune aux élèves permet à ces derniers de partager une même problématisation. Par contre, la représentation du problème est confondue par les stagiaires avec les représentations symboliques utilisées (le schéma du circuit électrique et la caractéristique d'un dipôle).

Là aussi, rien ne garantit la construction d'un sens partagé par tous les élèves et le professeur au cours de la résolution du problème.

3.5. Conclusion

Nous venons d'étudier le modèle d'activité de résolution de problèmes ouverts de physique construit par les jeunes enseignants. Après la mise en place de la séquence de classe, et avant l'analyse de leur pratique, un certain nombre de difficultés et de réussites ont été repérées dans l'appropriation de ce modèle d'activité.

Les trois principes de fonctionnement, liés à la pratique de référence (caractéristiques des tâches, travail en commun, communication) sont assez bien pris en charge par les stagiaires même si les raisons (laisser aux élèves la charge de certaines activités cognitives) qui ont conduit à certaines caractéristiques des tâches ne sont pas forcément bien repérées.

Les trois conditions de mise en œuvre (rôle du professeur, nécessités ou non de la recherche d'un consensus, nécessité de langages intermédiaires) ne sont pas bien satisfaites.

En fait, l'étude que nous venons de mener montre que le sens du recours à un tel modèle d'activité n'est pas compris, notamment ce qui concerne la construction des connaissances par les

les aspects organisationnels du modèle d'activité de résolution de problèmes de physique sont pris en compte par les stagiaires...

... mais le sens du recours à un tel modèle n'est pas compris...

élèves. Les aspects organisationnels du modèle ont surtout été pris en compte par le groupe de stagiaires.

D'un point de vue épistémologique, il semble que les stagiaires n'aient pas vraiment conscience que l'apprentissage de la physique passe en particulier par des activités de conceptualisation. Pour eux, le passage de la description d'une situation en termes de phénomènes à une description en termes de concepts de physique n'est pas un travail à faire avec les élèves puisque cela se réalise "naturellement" en cours de physique. Nous retrouvons les conceptions signalées par Robardet (1995) chez de nombreux enseignants débutants.

... de même les enjeux psychologique, didactique et épistémologique qui ont produit les caractéristiques et l'organisation du modèle ne sont pas repérés

Le point de vue constructiviste sur l'apprentissage et le point de vue didactique ne semblent pas réellement repérés par les stagiaires. Ceci paraît cohérent avec la représentation naturaliste des sciences chez les jeunes enseignants dont Robardet (1998) note qu'elle s'accompagne d'un modèle de l'apprentissage où, "*s'appuyant sur l'évidence de la perception, l'élève acquerrait une connaissance contextualisée qui se transformerait, par un processus naturel d'abstraction naturelle, en une connaissance générale*".

En reprenant le schéma synthétique du modèle d'activité (document 3), nous pouvons finalement mettre en évidence les éléments (re)construits par les stagiaires, les points auxquels ils paraissent seulement sensibilisés (prise de conscience pas réellement effective) et ce qui semble incompris à ce stade de la formation. Les caractéristiques des tâches et de l'organisation du travail en classe sont assez fidèlement respectées mais sans que soient bien compris les enjeux psychologique, didactique et épistémologique qui ont produit ces caractéristiques et l'organisation du modèle d'activité.

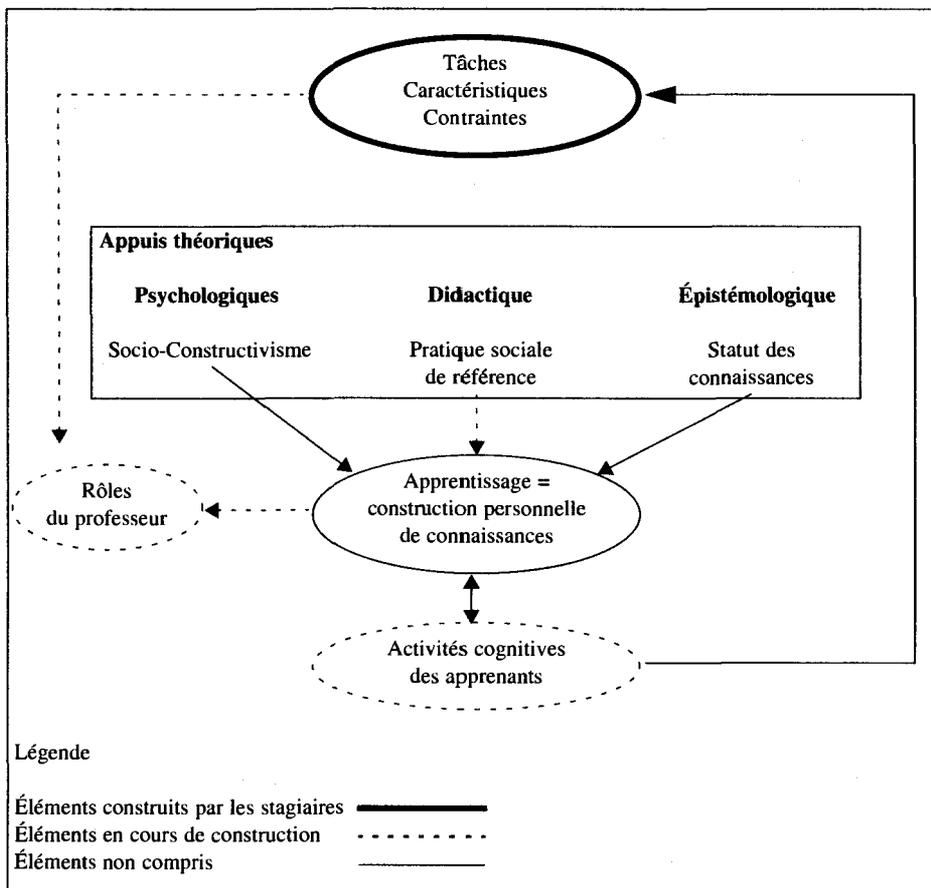
4. RÉTROACTION DE L'ANALYSE DE PRATIQUE SUR LA CONCEPTION DE LA SÉQUENCE DE CLASSE

Pour différentes raisons, cette tentative est restreinte à l'étude de la conception d'une nouvelle séquence de classe (seuls trois professeurs stagiaires volontaires sur les quatre sont restés dans l'Académie de Poitiers et ont accepté en partie de poursuivre le travail entrepris, environ huit mois après la précédente séance de formation). Cette étude permet de valider l'hypothèse principale de cette recherche selon laquelle l'objectivation des pratiques enseignantes permettrait de modifier celles-ci.

étude de la conception d'une nouvelle séquence de classe

Il s'agit de rechercher s'il existe des liens entre l'objectivation de leurs pratiques et les modifications de celles-ci. Cette étude s'appuie notamment sur une comparaison des documents élaborés par les stagiaires pour préparer les séquences de classe (phase II et phase IV de la formation).

Document 3. Schéma synthétique du modèle d'activité de résolution de problèmes construit par les stagiaires après la première mise en œuvre en classe



4.1. Comparaison des documents élaborés par les stagiaires

l'analyse de leurs propres transcriptions à l'aide des outils conceptuels proposés par le formateur a permis une certaine appropriation par les stagiaires

Les extraits ci-dessous du mémoire professionnel de Jean-Yves montrent que la mise en œuvre contextualisée des éléments théoriques (l'analyse de leurs propres transcriptions à l'aide des outils conceptuels proposés par le formateur) a permis une certaine appropriation par les stagiaires. Quelles sont les connaissances réellement construites ? Nous avons déjà étudié les documents élaborés par le groupe de stagiaires (cahier des charges et scénario) pour mettre en place la première séquence de classe avec leurs propres élèves dans le paragraphe précédent. Dans cette partie, il s'agit de comparer ces premiers documents aux nouvelles versions établies au cours de la préparation de la deuxième

séquence de classe et d'émettre des hypothèses sur la provenance des modifications éventuelles.

Extraits du Mémoire Professionnel de Jean-Yves

"... l'analyse de la médiation du professeur par le professeur ne peut pas se faire directement à partir de la simple lecture de ce qui nous est proposé par les chercheurs travaillant sur ce sujet. Ils (les outils d'analyse) sont à première vue trop abstraits, trop nombreux et trop différents entre eux pour être appréhendés directement par le professeur. On peut même en arriver en les lisant à faire des contresens sur ce qu'est la médiation scolaire.

Il faut donc qu'il y ait appropriation par le professeur des outils d'analyse de la médiation. Celle-ci ne peut pas se faire sans pratique, mais la pratique seule ne peut pas suffire (7). En effet, après avoir tenté de mettre en œuvre une séance lors de laquelle nous voulions développer les situations de médiation et après nous être heurtés à de nombreuses difficultés, nous étions incapables de dire dans quelle mesure nous avons atteint (ou pas) les objectifs fixés en nous appuyant sur une analyse de notre pratique. Nous n'avons pu commencer cette appropriation qu'en essayant, 'à froid' d'analyser un même extrait en ayant comme objectif d'utiliser les outils qui nous étaient proposés, puis en confrontant nos points de vue.

Cela nous a permis d'exprimer de façon plus objective ce que nous avons fait et de prendre conscience de l'écart entre ce que nous pensions avoir fait et ce que nous avons fait effectivement.

C'est dans ces conditions que ces outils ont pris du sens. Ils nous ont permis d'exprimer de façon beaucoup plus claire ce que l'on entend par médiation scolaire. Il faudrait pouvoir à présent travailler sur une autre séance pour analyser dans quelle mesure le début de prise de conscience que nous avons opéré modifie nos interventions lors de situations de médiation."

• Méthodologie

Une lecture, d'une part, du cahier des charges n° 2, et d'autre part, du scénario n° 2 nous permet de repérer les éléments repris ou modifiés. Ensuite, pour organiser la comparaison, nous isolons d'abord les épisodes correspondant à la modification du cahier des charges, puis ceux correspondant à l'élaboration de la nouvelle version du scénario, dans les transcriptions des séances de formation correspondantes.

Dans une grille d'analyse, nous mettons en regard les éléments du cahier des charges (ou du scénario) et les épisodes correspondants et nous présentons quelques interventions verbales caractéristiques de l'argumentation utilisée pour modifier ou conserver cet élément. La catégorisation des commentaires, réalisée a posteriori, vise à relier cette argumentation au cadre théorique de la formation, ou bien à l'analyse de leur pratique faite par les stagiaires. La grille passe ainsi

comparaison des deux versions du cahier des charges et du scénario en isolant les épisodes des transcriptions des séances de formation correspondant aux modifications

(7) Souligné par nous.

du descriptif (à partir du corpus) à de l'inférence du chercheur de la gauche vers la droite.

Notons aussi que le nombre d'interventions verbales au sein d'un épisode donne une idée de la durée de ce dernier et montre si l'élément du cahier des charges (ou du scénario) est beaucoup discuté ou non. De plus, les épisodes récidivants sont ainsi mis en évidence.

• Résultats

Cahier des charges

Tous les éléments modifiés sont argumentés. La plupart des éléments non modifiés et non argumentés sont des éléments mineurs par rapport à l'ensemble du cahier des charges. Concernant les types d'arguments rencontrés, nous ne pouvons exprimer que des tendances puisque la grille d'analyse ne présente que des exemples d'intervention verbale et n'a donc pas un caractère exhaustif. Néanmoins, un très grand nombre des arguments utilisés par les stagiaires dans les extraits des transcriptions apparaissent explicitement ou implicitement liés à l'analyse de leur propre corpus. Ils font le plus souvent appel au cadre théorique développé dans notre recherche. Les autres types d'arguments, peu utilisés, sont pour la plupart liés à l'institution représentée ici par le programme de la classe dont sont chargés les stagiaires.

Il semble donc que l'analyse de leur propre pratique à partir d'éléments théoriques proposés par la formation, et centrés sur l'idée de médiation et de tutelle, amène les jeunes enseignants à modifier leur vision du modèle d'activité de résolution de problèmes de physique. Par exemple, la place d'un support matériel éventuel est introduite dans le modèle d'activité par les stagiaires à partir de l'analyse des difficultés de leurs élèves à changer de registre au cours de la résolution du problème.

Scénarios

La caractéristique principale qui apparaît dans la nouvelle version du scénario est la disparition des tableaux détaillant l'anticipation des interventions des élèves et/ou du professeur. Le scénario 2 propose une structure plus souple pour l'enseignant tout en balisant le déroulement de la séquence par quelques points de passage obligés.

Notons enfin que l'aspect "partage des significations" lié au cadre théorique est mis en avant puisqu'il est noté par deux fois dans le document : *"s'appuyer sur les connaissances supposées acquises des élèves pour établir ce qu'ils savent et rectifier, si besoin est, la signification des concepts introduits"*.

Tous les éléments modifiés ou non sont argumentés à une exception près. Environ la moitié des arguments utilisés par les jeunes enseignants dans les extraits des transcriptions est liée (explicitement ou implicitement) à l'analyse de leurs propres corpus. C'est le cas de la modification de l'élément du scénario

les éléments
du cahier
des charges
modifiés sont
argumentés
en faisant appel
le plus souvent
au cadre
théorique
centré sur l'idée
de médiation

les éléments
du scénario
modifiés ou non
sont argumentés
en faisant appel
à l'analyse
de leurs propres
transcriptions

concernant "*les généralités sur conflits et malentendus dans la séquence de classe*" où l'argumentation des stagiaires fait explicitement appel à l'analyse de l'un de leurs corpus.

L'effet du décalage temporel (la séance 7 ayant lieu l'année scolaire suivant la première mise en œuvre de la séquence de classe) ne semble pas intervenir. Par exemple, les rôles du professeur à propos du "*travail sur le schéma normalisé et l'introduction des concepts de tension et d'intensité*" et du "*travail sur le registre de la physique*" sont interrogés et clarifiés à la lumière de l'analyse de cette première séquence de classe.

Par rapport à la reprise du cahier des charges étudiée précédemment, une plus grande part de l'argumentation avancée ne fait pas appel au cadre théorique. Certes, l'argument lié aux contenus disciplinaires est logique ici puisque la séance de formation a pour objet la mise en contexte du cahier des charges à propos d'un thème précis de physique. Mais il semble que l'argument "institution" soit lui aussi souvent mis en avant. Ainsi, les jeunes enseignants reprennent et améliorent l'analyse physique du problème "Mon Ami Pierrot" pour eux-mêmes, au vu des difficultés rencontrées par leurs élèves dans la résolution du problème ; de même ils interrogent à nouveau le thème du problème traité pour vérifier la cohérence avec le programme d'enseignement de leur discipline.

Finalement, si l'on regarde de près les types d'arguments théoriques avancés, on s'aperçoit que la manière d'envisager le rôle du professeur par les jeunes enseignants a évolué. Il semble que l'analyse de leur propre pratique les ait sensibilisés au point de vue socio-constructiviste, comme le montre l'attention toute particulière aux concepts de conflit et de malentendu, ou encore à l'idée de questionnement des élèves prenant appui sur leurs connaissances supposées acquises, laissant une place prépondérante aux activités cognitives de ces derniers. Enfin, des connaissances ont été construites dans le domaine de l'épistémologie puisque de nombreux arguments, plus ou moins explicites, développés par les jeunes enseignants ont trait au concept de registre. Ils semblent maintenant sensibles à la distinction entre les descriptions premières appartenant au référent empirique et les discours du registre du (des) modèle(s) que propose la physique.

• **Bilan**

L'étude des différents documents élaborés par le groupe de stagiaires montre que la reprise du cahier des charges est plutôt liée aux éléments théoriques (cadres conceptuels et modèle d'activité) alors que la reprise du scénario est plus fortement liée à l'analyse des corpus des stagiaires.

Il semble ainsi que l'objectivation de leur propre pratique ait permis un aller et retour entre théorie et pratique. Ainsi, l'apport des éléments théoriques amène les jeunes ensei-

gnants à modifier leur vision du modèle d'activité de résolution de problèmes de physique en mettant en cohérence les connaissances didactiques et épistémologiques construites pendant la formation avec leur mise en œuvre.

Par exemple, les échanges de points de vue au cours de l'analyse de leur propre protocole les amène à modifier le scénario de deux façons :

- la rencontre des difficultés des élèves à propos du contenu physique abordé les amène à améliorer leur propre analyse physique de la situation ;
- l'analyse de leurs propres difficultés à gérer l'activité des élèves les conduit à préciser le rôle du professeur notamment en repérant les différentes possibilités de guidage, de questionnement, dans leurs interventions.

4.2. Discussion

L'étude des modifications des différents documents élaborés par le groupe pour préparer et réaliser les deux séquences de classe montre une nette évolution de la prise en main du modèle d'activité de résolution de problèmes. Les six caractéristiques du modèle d'activité définies précédemment sont mieux prises en compte. Le sens du recours à un tel modèle paraît mieux compris après l'analyse de pratique et la nouvelle préparation.

D'un point de vue épistémologique, le groupe a maintenant compris l'importance des activités de conceptualisation dans l'apprentissage de la physique. En outre, il semble que la conception, selon laquelle les connaissances scientifiques sont validées par la communauté scientifique à un moment donné de son histoire, soit appréhendée par les jeunes enseignants.

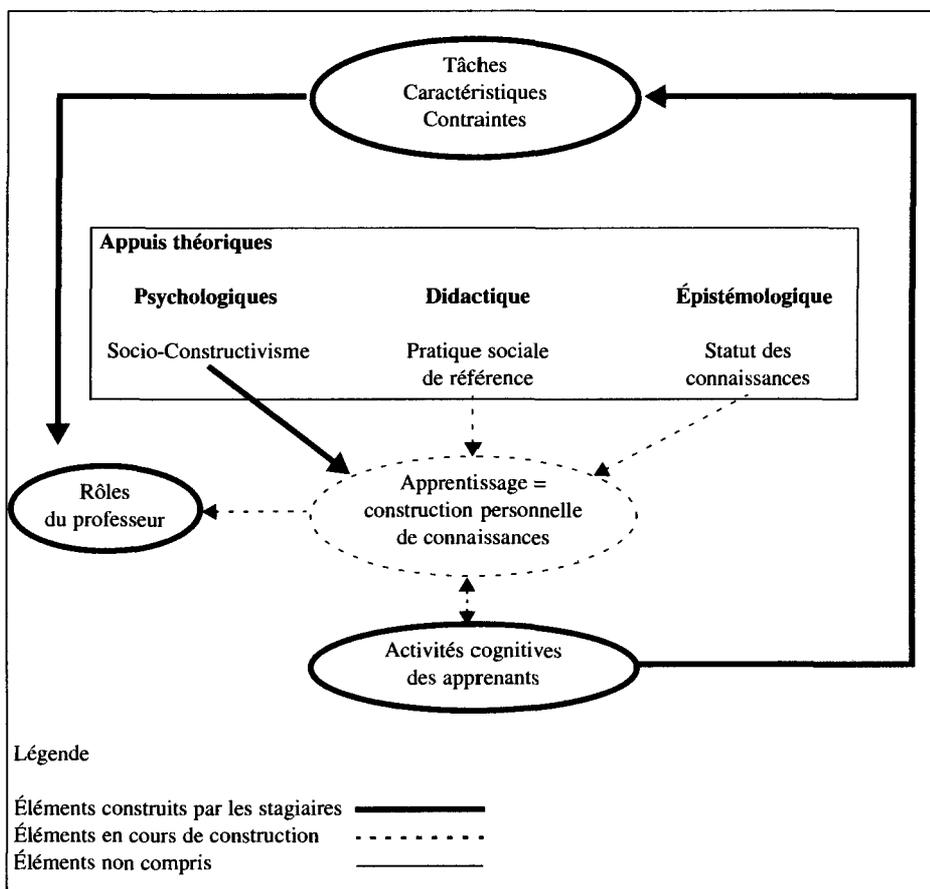
D'autre part, le point de vue socio-constructiviste sur l'apprentissage est pris en compte puisque les stagiaires ont compris que les élèves construisent des connaissances au cours des interactions avec le professeur ou d'autres élèves. Enfin, le point de vue didactique sous-jacent au modèle d'activité (prise en compte des conceptions des élèves) est maintenant repéré par les jeunes enseignants.

Par contre, la sensibilisation au concept de signification partagée et le changement de point de vue sur la communication ébauchés à partir de l'analyse de leur propre pratique semblent en retrait du fait de la non-présence du concept de co-référence.

Nous pouvons reprendre le schéma synthétique du modèle d'activité pour mettre en évidence les nouveaux apprentissages réalisés par le groupe de stagiaires (document 4). Les liens entre les différents blocs, qui semblaient non perçus à la première mise en œuvre du modèle en classe, sont maintenant mieux compris. Seuls, les liens avec les appuis théoriques restent dans le domaine de l'implicite et nous empêchent de conclure sur la compréhension globale du dispositif.

l'apport des éléments théoriques amène les jeunes enseignants à modifier leur vision du modèle d'activité de résolution de problèmes de physique en mettant en cohérence les connaissances psychologiques, didactiques et épistémologiques construites pendant la formation avec leur mise en œuvre

Document 4. Schéma synthétique du modèle d'activité de résolution de problèmes construit par les stagiaires après l'analyse de leur propre pratique



Extrait du Mémoire Professionnel de Marc

"... d'ailleurs, depuis cette séance, j'ai eu l'occasion de modifier 'mes techniques d'enseignement' : le dialogue élève-élève ou élève-enseignant est plus souvent à la base des séances de T.P. pour que les élèves élaborent des démarches expérimentales".

un changement de pratique semble amorcé à l'issue de la formation

Cet extrait de la conclusion du mémoire professionnel de Marc montre qu'un changement de pratique est amorcé à l'issue de la formation mise en place. Les rôles du professeur et des élèves dans l'apprentissage de la physique apparaissent modifiés. L'objectivation de leurs propres pratiques a permis une déstabilisation de la "représentation naturaliste", a

modifié la perception de la fonction du professeur de sciences et entraîné l'acquisition de savoirs pratiques professionnels par les enseignants en formation.

5. CONCLUSION

5.1. Formation initiale

Le groupe d'enseignants étudié dans cette recherche est constitué par de jeunes enseignants débutant juste dans la profession. Nous pouvons donc considérer qu'ils ne disposent pas encore de pratiques stables et que celles-ci sont donc plus facilement déstabilisées et modifiées que les pratiques d'enseignants plus anciens dans la profession. Par contre, ce manque de pratique peut être un obstacle dans la préparation d'une séquence de classe car ils ne connaissent par les compétences réelles des élèves et ce qu'ils peuvent attendre de des derniers.

Ajoutons que l'institution (Université, I.U.F.M.) a laissé bien peu de place aux questions d'épistémologie et de communication dans la formation offerte aux stagiaires avant qu'ils ne participent à notre recherche.

la recherche menée ne vise pas réellement un changement de pratique mais tente plutôt de faire construire des outils permettant aux jeunes enseignants de porter un regard réflexif sur ce qu'ils font

L'objectif de notre recherche n'est pas réellement un changement de pratique mais plutôt de faire construire des outils qui permettent aux jeunes enseignants d'être conscients de leurs choix, d'avoir un regard réflexif sur ce qu'ils font, d'élaborer une pratique pensée et organisée, en fait d'acquérir de véritables savoirs pratiques professionnels. Il n'est pas question pour nous d'être prescriptifs et de leur dire ce qu'ils doivent faire et comment ils doivent le faire. Nous ne cherchons pas à remplacer intégralement un modèle d'enseignant par un autre. Il s'agit surtout de développer et de maîtriser ces rôles de tuteur et/ou médiateur, peu connus jusqu'à maintenant. Nous faisons des propositions ; pour cela, nous faisons construire des outils d'action et d'analyse par les jeunes enseignants mais nous leur laissons le choix, l'initiative et la responsabilité.

5.2. Évolution par rapport au cadre théorique

L'analyse de la prise en main du modèle d'activité par les jeunes enseignants après l'ensemble de la formation montre une certaine évolution chez ces derniers à propos du cadre théorique sous-jacent.

À propos de la communication, l'élève est perçu comme un individu à part entière puisqu'il peut exprimer ses points de vue avec l'enseignant et avec les autres élèves au cours des interactions en classe.

D'un point de vue épistémologique, la distinction est faite entre référent empirique et modèle scientifique. L'idée de pratiques

sociales au sein des sciences est juste ébauchée. Les activités intellectuelles définissant la discipline physique, à côté des contenus scientifiques, sont mieux repérées par les jeunes enseignants. Par contre, le caractère révisable des modèles (les connaissances scientifiques sont définies au sein d'une communauté scientifique et elles ne sont validées qu'à un moment de l'histoire de cette communauté) semble peu pris en compte.

Concernant les aspects psychologiques, pour les jeunes enseignants, l'élève doit être actif (intellectuellement) et ses idées préalables doivent être prises en compte. Les échanges de points de vue entre élèves doivent être favorisés au cours des interactions en classe. Une sensibilisation au modèle socio-constructiviste est ainsi mise en évidence.

Nous avons montré au cours de notre travail que la conception des stagiaires à propos des rôles du professeur et des élèves dans l'apprentissage des sciences était modifiée à l'issue de la formation. Ce changement de conception semble s'accompagner d'un changement de pratique. La construction de savoirs pratiques professionnels, conduisant à une pratique réfléchie, confirme alors l'hypothèse principale de notre recherche. Les jeunes enseignants semblent prêts à changer d'habitus et à se diriger vers un type d'enseignement moins dogmatique et transmissif, permettant une meilleure construction des connaissances par leurs élèves aux cours des interactions en classe.

5.3. Résultats de notre recherche et la formation des maîtres

Rappelons tout d'abord que notre travail est une étude de cas dépendant de diverses variables : les enseignants (volontaires) ayant participé à la formation, les rôles tenus par le formateur, les aspects conceptuels de la discipline...

De plus, l'accent mis sur les processus de co-construction des connaissances montre que les résultats de notre recherche ne sauraient être utilisés tels quels. Les éléments du dispositif de formation mis en œuvre ne peuvent être considérés comme des outils clé en main.

Certains éléments sont particulièrement à prendre en compte pour une utilisation éventuelle en formation des maîtres :

- la nécessité de (re)construire les outils d'analyse avec le groupe de stagiaires et non de fournir simplement des outils élaborés par le formateur pour mettre en œuvre des significations partagées ;
- la nécessité de constituer et de garder une trace des pratiques de classe analysées pour, d'une part, "contrôler" les conceptualisations réalisées sinon la déstabilisation des conceptions initiales risque de ne mener à rien et, d'autre part, faciliter le processus de prise de conscience par les formés ;
- la nécessité de mettre en place des séquences de classe possédant des caractéristiques particulières. Le modèle

la formation mise en place amène une évolution de la conception des stagiaires à propos des rôles du professeur et des élèves dans les interactions didactiques

un dispositif de formation qui ne peut être considéré comme un outil clé en main mais où les processus de co-construction des connaissances sont essentiels

d'activité de résolution de problèmes de physique est à cet égard un exemple de situation permettant de mettre en œuvre des interactions didactiques de type tutelle et médiation. Selon le type de pratique que l'on veut promouvoir, le modèle d'activité peut être différent.

Rappelons enfin que ce type de formation ne constitue qu'une partie de la formation professionnelle des enseignants, qu'il ne vise pas à remplacer intégralement les dispositifs de formation des maîtres mais propose de diversifier les parcours de formation. Il ne peut être conçu qu'avec un petit groupe de formés : ce type de mise en situation peut se réaliser dans le cadre du Mémoire Professionnel en I.U.F.M. ou bien dans le cadre de l'accompagnement des jeunes enseignants en formation continue.

Jean-Marie BOILEVIN
IUFM Poitou-Charentes
Andrée DUMAS-CARRÉ
IUFM Aix-Marseille

BIBLIOGRAPHIE

ALTET, M. (1994). *La formation professionnelle des enseignants*. Paris : P.U.F.

ALTET, M. (1996). Les dispositifs d'analyse des pratiques pédagogiques en formation d'enseignants : une démarche d'articulation pratique-théorie-pratique. In C. Blanchard-Laville & D. Fablet (Éds.). *L'analyse des pratiques professionnelles* (pp. 11-26). Paris : L'Harmattan.

ASTOLFI, J.-P., DAROT, É., GINSBURGER-VOGEL, Y., TOUSSAINT, J. (1997). *Pratique de formation en didactique des sciences*. Bruxelles : De Boeck.

BOILEVIN, J.-M. (2000). *Conception et analyse du fonctionnement d'un dispositif de formation initiale d'enseignants de physique-chimie utilisant des savoirs issus de la recherche en didactique : un modèle d'activité et des cadres d'analyse des interactions en classe*. Thèse de doctorat. Université de Provence.

BOURDONCLE, R. (1991). La professionnalisation des enseignants : analyses sociologiques anglaises et américaines. *Revue Française de Pédagogie*, 94, 73-99.

CAILLOT, M. & DUMAS-CARRÉ, A. (1987). PROPHY : un enseignement d'une méthode de résolution de problèmes de physique. In J.-F. Richard (Éd.). *Résolution de problèmes en mathématiques et en physique* (pp. 199-244). Collection *Rapports de recherche*, n° 12. Paris : I.N.R.P.

DUMAS-CARRÉ, A. (1994). Une recherche débutante : analyse des pratiques médiatrices des enseignants dans différents contextes d'apprentissage. In A. Weil-Barais & A. Dumas-Carré (Éds.). *Essais d'objectivation et de transformation des pratiques médiatrices des enseignants dans l'éducation scientifique*. Rapport à mi-parcours.

LIREST-GDSE P7 : Université Paris 7. Recherche soutenue par l'IUFM de l'Académie de Versailles.

DUMAS-CARRÉ, A. & GOFFARD, M. (1992). Utiliser des problèmes papier/crayon ? Oui, mais autrement. *Bulletin de la Société Française de Physique*, 87, 17-20.

DUMAS-CARRÉ, A. & GOFFARD, M. (1993). Des activités de résolution de problèmes pour l'apprentissage. *Les Sciences de l'Éducation*, 4-5, 9-32.

DUMAS-CARRÉ, A. & GOFFARD, M. (1997). *Rénover les activités de résolution de problèmes en physique. Concepts et démarches*. Paris : Armand Colin.

DUMAS-CARRÉ, A. & WEIL-BARAIS, A. (2000). Analyse du travail de jeunes élèves au cours d'activités scientifiques ; dynamique des échanges et conceptualisations des élèves. *Actes des journées d'étude franco-québécoises, didactique des disciplines : recherches sur les pratiques effectives*. Octobre 2000, Toulouse. À paraître à la Pensée Sauvage.

GOFFARD, M. (1992). Partager le savoir, partager le pouvoir. *Science et Vie, Hors série*, 180, 84-89.

GOFFARD, M. & DUMAS-CARRÉ, A. (1993). Le problème de physique et sa pédagogie. *Aster*, 16, 9-28.

GOMATOS, L. (1996). *Résolution de problème de physique en petits groupes : apports et difficultés*. Thèse de doctorat. Université Paris 7.

MORGE, L. (1997). *Essai de formation professionnelle des professeurs de Sciences Physiques portant sur les interactions en classe. Étude de cas en formation initiale*. Thèse de doctorat. Université Paris 7.

PORLAN, R. & MARTIN, J. (1994). Le savoir pratique des enseignants spécialisés - Apports des didactiques spécifiques. *Aster*, 19, 49-60.

PORLAN, R., AZCARATE, P., MARTIN DEL POZO, R. (1998). Les champs de recherche professionnelle : une proposition pour former des enseignants. In A. Giordan, J.-L. Martinand & D. Raichvarg, (Éds.). *Formation à la médiation et à l'enseignement. Enjeux, pratiques, acteurs. Actes des XX^{es} JIES* (pp. 95-99). Cachan : ENS-DIRES.

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

ROBARDET, G. (1995). *La didactique dans la formation des professeurs de sciences physiques face aux représentations sur l'enseignement scientifique*. Thèse de doctorat. Université Joseph Fourier, Grenoble 1.

ROBARDET, G. (1998). Didactique des sciences physiques et formation des maîtres : contribution à l'analyse d'un objet naissant. *Aster*, 26, 31-58.

SACHOT, M. (1996). De la proclamation scripturaire au cours magistral. Histoire d'un modèle archétypal. In C. Raisky et M. Caillot (Éds.). *Au-delà des didactiques, le didactique. Débats autour de concepts fédérateurs* (pp. 193-222). Bruxelles : De Boek.

TROUSSON, A. (1992). *De l'artisan à l'expert. La formation des enseignants en question*. Paris : Hachette.

VIENNOT, L. (1989). Bilans de forces et loi des actions réciproques. Analyse des difficultés des élèves et enjeux didactiques. *Bulletin de l'Union de Physiciens*, 716, 951-971.

WEIL-BARAIS, A. (1998). Introduction. In A. Dumas-Carré et A. Weil-Barais (Éds.). *Tutelle et médiation dans l'enseignement et la formation* (pp. 4-6). Rapport final. Recherche soutenue par l'IUFM de l'Académie de Versailles.

WEIL-BARAIS, A. & DUMAS-CARRÉ, A. (1995). *Essais d'objectivation et de transformation des pratiques médiatrices des enseignants dans l'éducation scientifique*. Rapport final. Paris : LIREST-GDSE P7, Université Paris 7. Recherche soutenue par l'IUFM de l'Académie de Versailles.

WEIL-BARAIS, A. & DUMAS-CARRÉ, A. (1998). Les interactions didactiques : tutelle et/ou médiation ? In A. Dumas-Carré et A. Weil-Barais (Éds.). *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique* (pp. 1-15). Berne : Peter Lang.

L'ANALYSE DES DIALOGUES DE CLASSE : UN OUTIL POUR UNE FORMATION DIDACTIQUE DES PROFESSEURS DE SCIENCES

Monique Saint-Georges

Une façon de questionner et d'analyser une pratique de classe consiste à étudier les échanges oraux entre élèves et professeur. Nous proposons une mise en œuvre de cette approche linguistique en l'utilisant comme entrée dans la formation didactique de professeurs stagiaires de physique chimie. Le module de formation décrit et analysé dans l'article est centré sur l'étude, par les enseignants débutants, des dialogues dans leur propre classe ; et ceci aussi bien du point de vue de l'interaction entre professeurs et élèves que de l'analyse linguistique des discours de chacun. Les résultats de la formation mettent en évidence certaines caractéristiques qui émergent de l'utilisation croisée des regards du didacticien des sciences et du linguiste. Ils posent aussi le problème d'une formation qui se veut commune à toute une promotion, mais qui, partant de la pratique de classe de chacun, se doit d'être individualisée pour apporter vraiment une aide efficace et personnelle au professeur débutant.

une initiation
à la réflexion
didactique

Dans les courants de pensée actuels et selon les publications récentes, enseigner les sciences, c'est aider les élèves à construire leurs connaissances à l'occasion d'interactions didactiques. "L'enseignant n'est plus celui qui transmet les connaissances sous une forme expositive, mais celui qui aide les élèves à en construire à l'occasion des interactions didactiques." (Weil-Barais et Dumas Carré, 1998, p. 5). Cette conception de l'enseignement nécessite de se centrer sur les idées des élèves, ce qui demande d'une part une bonne maîtrise des contenus, d'autre part une connaissance approfondie des réactions des élèves, de leurs conceptions et de leurs modes de pensée. De telles pratiques seraient-elles donc réservées aux enseignants expérimentés ? En fait, il semble que les résultats des recherches didactiques aient du mal à être réinvestis dans la pratique quotidienne des enseignants. Les didacticiens analysent ces résistances par la rupture épistémologique qu'implique ce type de gestion de classe. "Les enseignants sont amenés à changer, non seulement leurs conceptions de l'apprentissage et de l'enseignement scientifique, mais aussi les façons d'enseigner qu'ils ont formées au cours des années et dans lesquelles ils se montrent compétents, pour s'aventurer dans de nouvelles modalités incertaines." (Vérin, 1998, p. 134).

Qu'en est-il alors des débutants qui n'ont pas encore acquis de coutume ? La plupart des recherches qui portent sur la formation initiale ont mis en évidence le même type de résistance chez les professeurs stagiaires, influencés fortement

à partir
de situations
vécues par
les stagiaires

par les pratiques qu'ils ont connues en tant qu'élèves et qu'ils rencontrent dans le milieu professionnel de leur stage pratique en responsabilité (Saint-Georges, 1998). Tenant compte de ces résultats, le choix de la formation initiale, dont un module est décrit ici, est d'initier progressivement les professeurs stagiaires à une réflexion didactique à partir de situations réalisées dans leurs propres classes en leur faisant réaliser une séance de type situation-problème. Quand ils mettent en œuvre cette séance, ils ne vont pas à l'aveuglette, ils ont déjà eu l'occasion de réfléchir à une partie des obstacles possibles ; ces derniers permettront ensuite d'aborder certains concepts didactiques correspondants, dont les manifestations auront tout d'abord été rencontrées dans le contexte de la classe.

le langage,
support
essentiel de
l'enseignement

Une façon de questionner, d'analyser et d'objectiver une pratique de classe consiste à étudier les échanges oraux. Il s'agit là d'un choix fondé sur le fait que c'est par le langage que passe l'essentiel de l'enseignement. Par ailleurs, dans une optique de formation, si c'est l'enseignant qui analyse lui-même les dialogues dans sa propre classe, il peut ainsi être amené à faire progresser sa pratique. Il semble important de conduire les professeurs débutants à réfléchir, non seulement sur la compréhension des élèves, mais encore sur leur propre compréhension des concepts qu'ils enseignent, et ceci à travers l'usage qu'ils font des mots de la physique. Cette approche par l'étude langagière a l'avantage de porter sur un support vraiment concret et accessible pour tous les stagiaires.

L'objectif du module de formation initiale des professeurs stagiaires de physique et chimie, qui est décrit ici, est de fournir des outils d'analyse aux enseignants débutants, les conduisant à une réflexion, d'une part sur leurs pratiques, d'autre part sur le rapport qu'ils entretiennent avec l'enseignement et le savoir lui-même. Il s'agit de développer une attitude "*critique et prospective*" (Martinand, 1994) en entrant dans la formation par l'action pédagogique, suivie d'une réflexion sur l'action.

Nous avons choisi, pour travailler avec les professeurs stagiaires sur les dialogues dans leur classe, les deux axes suivants :

deux points
d'analyse pour
les dialogues
de classe :

- L'étude du mode d'interaction didactique pendant une séance, d'une part lors de la prise de décision à l'issue d'une confrontation de diverses solutions proposées par les élèves en réponse à un problème posé par l'enseignant ; d'autre part à l'occasion d'un guidage des élèves dans le réinvestissement de leurs connaissances en électricité. Il est fort possible que les professeurs stagiaires, débutants dans ce type d'interaction scolaire, ne se rendent pas vraiment compte du type de guidage qu'ils proposent aux élèves ; le travail sur les dialogues dans leur classe peut les aider à se situer : ont-ils en fait imposé leur solution ? Comment

l'interaction

ont-ils amené les élèves à construire la solution ? Qu'est-ce que leurs élèves ont appris ou exprimé à cette occasion ? Leurs erreurs éventuelles ont-elles été vraiment prises en compte ?

le vocabulaire

- L'étude du vocabulaire dont usent les professeurs et leurs élèves pendant la séance de classe. Il peut être en effet intéressant de croiser le vocabulaire scientifique des enseignants et des élèves. Quelles expressions sont réinvesties par les élèves ? Non reprises par eux ? Peut-on les catégoriser ? Quel sens les élèves attribuent-ils aux mots et expressions scientifiques quand ils les emploient dans un dialogue ?

Les informations sur l'évolution des stagiaires après le module de formation sont prélevées dans le compte rendu écrit que rédige chacun, à la suite des séances collectives de formation en IUFM, en se référant à la transcription d'une séance réalisée dans sa propre classe. Les informations sur les dialogues de classe proviennent des transcriptions elles-mêmes, et peuvent être confrontées avec ce qu'en disent les stagiaires dans leurs comptes rendus.

1. LES RÉFÉRENCES DIDACTIQUES QUI SERVENT DE CADRE À L'ÉTUDE DES DIALOGUES

1.1. Les interactions en classe de sciences

Pour rendre compte des interactions, deux cadres sont exposés dans l'ouvrage *Tutelle et médiation dans l'enseignement scientifique* (Weil-Barais et Dumas Carré, 1998). La différenciation qui en est faite est la suivante :

- le professeur tuteur : il exerce une action sur l'élève, par des situations, des questions, en orientant ses activités, en resserrant progressivement les contraintes, en proposant des étapes intermédiaires ; il intervient sur l'élève pour le faire agir et apprendre ;
- le professeur médiateur : il joue le rôle d'intermédiaire entre les élèves et le savoir scientifique. "*Le professeur médiateur exerce un rôle de médiateur auprès de chaque élève pris dans sa singularité, mais aussi au sein du groupe classe invité à débattre de montages expérimentaux appropriés*". (Weil-Barais et Dumas Carré, 1998, p. 6)

deux modes de caractérisation des interactions en classe :

On peut différencier ainsi ces deux modes d'interaction : le rôle du tuteur consiste à enrôler l'élève dans la tâche, réduire les difficultés, donner des informations sur les erreurs ; la tutelle correspondrait plutôt à un "modelage" de conduite dans la suite des guidages opérés par l'enseignant ; l'élève peut alors répondre de manière satisfaisante pour l'enseignant, mais sans avoir une idée des autres possibilités. La médiation relèverait plutôt de la construction d'une connaissance par négociation (Traverso, 1999). Le professeur ques-

tionne les propositions des élèves, ne les juge pas et leur donne l'occasion d'argumenter et de discuter la validité de leurs propres choix ; il interprète les propositions d'élèves en prenant en compte leur mode de pensée, pour aménager un terrain de discussion possible avec eux.

médiation
ou tutelle

Dans une référence constructiviste de l'interaction, le mécanisme de progrès est le conflit cognitif. Le rôle de l'enseignant est d'organiser le monde physique auquel l'élève pourra accéder ; par ses questions, il aide à la déstabilisation qui permet le conflit et la prise de conscience. La relation de tutelle concerne plutôt des situations de dialogue entre un enseignant et un ou deux élèves, l'enseignant gardant la maîtrise du savoir et mettant l'élève en conflit avec ses propres conceptions ou connaissances préalables ; la médiation fait plutôt intervenir le conflit socio-cognitif à l'occasion d'échanges et débats entre élèves, le savoir faisant alors l'objet d'une "co-construction" (Larcher et Chomat, 1998). Les études menées dans l'ouvrage *Tutelle et médiation* (Weil-Barais et Dumas Carré, 1998) montrent qu'à des degrés divers, selon le moment et les circonstances, les professeurs concernés par cette étude, interviennent sur le mode de la tutelle ou sur celui de la médiation.

trois critères
d'analyse pour
différencier
les interactions

Pour les deux types d'interaction, on retrouve bien sûr des points communs : encouragements, invitation à l'explication, rappel de l'attention... Pour les différencier dans les transcriptions, trois critères apparaissent comme pertinents ; pour chacun d'entre eux, les indices caractéristiques, qui peuvent être pris en compte dans l'analyse d'un dialogue de classe, sont détaillés dans le tableau ci-contre.

des séances de
classe propices
à l'interaction,
préparées en
commun par
les stagiaires

Les situations d'interaction s'opposent aux situations asymétriques où les savoirs et les démarches sont transmis de façon directe. La situation proposée aux élèves par les stagiaires et analysée du point de vue des interactions, qu'elles soient de tutelle ou de médiation, ne peut donc être quelconque ; elle doit être construite pour permettre l'interaction. C'est ce qui fait l'objet d'une des séances décrites plus loin ; le choix du dispositif expérimental est un facteur déterminant ; le choix des contraintes et des libertés données aux élèves l'est aussi. Ces choix sont discutés et argumentés lors de la préparation collective par l'ensemble des stagiaires puis chacun se détermine individuellement pour mener la séance dans sa classe. L'enregistrement du dialogue de classe permet d'analyser les guidages qui conduisent les élèves à réinvestir à bon escient leurs connaissances anciennes ou nouvelles et à construire une démarche de résolution de problème. Le guidage est, pour les enseignants, une suite de choix cruciaux qu'ils font souvent "à chaud", dans l'action, quand ils sont débutants, en s'adaptant tant bien que mal aux réactions des élèves et à l'imprévu. Il est intéressant d'en faire l'analyse *a posteriori* pour qu'ils prennent conscience de l'effet de leur choix sur l'apprentissage des élèves.

Critères	Tutelle	Médiation
Répartition de la durée du discours et mode de prise de parole	<ul style="list-style-type: none"> - la durée du discours de l'enseignant est très supérieure à celle du discours des élèves ; - le professeur fait des phrases, les élèves répondent par des mots ; - il arrive que le professeur laisse des phrases incomplètes que doivent terminer les élèves (unités, loi, symbole d'une grandeur, résultat d'un calcul). 	<ul style="list-style-type: none"> - les durées des discours des élèves et de l'enseignant sont équilibrées ; - les élèves ont la possibilité de faire des phrases (même courtes) ; - l'enseignant reprend des expressions des élèves avec propositions d'explicitation ou de reformulation : "<i>tu veux dire que...</i>" ou "<i>alors, pour toi...</i>".
Guidage des tâches complexes	<ul style="list-style-type: none"> - les tâches qui apparaissent trop complexes sont découpées en tâches intermédiaires plus simples (application directe du cours), le tout accompagné de rappels : "<i>on a vu dans le cours...</i>" ou "<i>la loi à utiliser est...</i>" ; - le professeur donne des informations préalables pour guider un calcul, permettant d'éviter certaines erreurs (rappels sur les unités, indications de notations sur les circuits électriques...). 	<ul style="list-style-type: none"> - les tâches ne font pas l'objet d'un découpage imposé ; - l'enseignant demande aux élèves d'explicitier : "<i>pourquoi as-tu pris cette valeur,</i>" ou "<i>comment as-tu fait...</i>" - le professeur favorise éventuellement le dialogue entre plusieurs élèves pendant la réalisation de la tâche.
Prise en compte des erreurs	<ul style="list-style-type: none"> - l'enseignant corrige immédiatement les erreurs, en donnant la bonne réponse et/ou une justification : "<i>non, parce que...</i>" ou "<i>non, rappelle-toi que...</i>" ou "<i>non, on a dit que...</i>" - il rejette ou ne prend pas en compte les réponses incorrectement formulées par les élèves. 	<ul style="list-style-type: none"> - l'enseignant provoque la confrontation des réponses à des contradictions individuelles : "<i>mais alors tu disais que...</i>" ou à d'autres propositions d'élèves (avec renvoi à la classe) : "<i>et vous, qu'en pensez-vous ?</i>" - il prend en compte les propositions d'élèves formulées approximativement et négocie par rapport à une réponse acceptable scientifiquement.

Au cours de la formation initiale, les concepts de médiation et de tutelle ne sont pas introduits tels que la recherche les propose. Les mots "médiation" et "tutelle" ne sont pas non plus proposés. Les critères d'analyse de l'interaction, par les stagiaires eux-mêmes sur leur propre séance, sont les suivants :

- la liberté et les initiatives laissées aux élèves quand il s'agit de proposer des solutions à un problème ; le temps de recherche qui leur est accordé ;

- la possibilité laissée aux élèves de se tromper et d'exprimer leurs erreurs ;
- la prise en compte de ces erreurs par l'enseignant (rectification immédiate de sa part ou discussion avec les autres élèves de la classe) ;
- la façon dont se terminent les épisodes de recherche en classe : qui décide de la solution à adopter (le professeur ou les élèves après discussion) ?

1.2. L'analyse linguistique des dialogues en classe de science

En référence à S. Goffard (1998) on peut énoncer ainsi les caractéristiques d'une situation de communication en classe de sciences du point de vue linguistique :

- l'alternance des sujets parlants ;
- le "genre" dans lequel se placent les échanges : ni les élèves ni les stagiaires ne maîtrisent ce "genre" qu'ils découvrent, en particulier quand ils doivent justifier, argumenter scientifiquement des propositions ; ils utilisent alors le "genre" de la conversation usuelle ;
- chaque partenaire (élève ou professeur) intervient selon la façon dont il se représente son rôle dans l'échange : il peut se poser ici un problème de changement de coutume, non seulement pour l'enseignant mais aussi pour les élèves, l'enseignant n'ayant plus obligatoirement, à l'occasion de certains échanges, le rôle de celui qui détient seul la vérité et le savoir ;
- l'interaction entre les partenaires est motivée par un projet socialisé, orienté vers un but, les partenaires utilisant essentiellement le langage naturel ; mais pour résoudre le problème qui est posé, il faudra des expressions scientifiques, des codages, des symboles.

la conversation scolaire, un mélange complexe de langage usuel et d'expressions scientifiques

On peut donner le nom de conversation scolaire à ce mélange complexe d'expressions de statut différent qui constitue le discours, aussi bien de l'enseignant que des élèves. *"La conversation scolaire utilise un langage parlé très peu précis et souvent mal construit syntaxiquement. C'est cependant sur la base de cette interaction verbale que l'enseignant est médiateur de la construction des connaissances par les élèves, qu'il doit apprécier la progression dans cette construction."* (Larcher C. et Chomat A., 1998)

Les travaux de recherche de G. Collet (1998) peuvent donner des références pour débrouiller l'enchevêtrement de langage usuel et d'expressions scientifiques dans une conversation scolaire. Dans le langage parlé, certains mots, qui servent de support aux concepts, peuvent avoir des sens différents selon le moment où ils interviennent et la façon dont le locuteur les utilise. Ce phénomène est bien illustré par le mot "courant", qui peut être employé dans son sens quotidien ("courant électrique" par exemple) ou son sens scientifique (circulation de

charge). C'est le contexte de l'utilisation du mot qui permet de déterminer quelle signification on peut lui attribuer. L'analyse de discours des élèves et de leurs professeurs, à l'occasion d'un dialogue en classe, permet de repérer le sens que chacun attribue aux concepts qu'il invoque lors d'une argumentation ou d'une explication.

Ces travaux réalisés dans le cadre de l'équipe COAST de Lyon, proposent deux niveaux de description des entités lexicales sur lesquelles s'appuie l'étude des différents domaines de la physique. Les deux niveaux de description sont les suivants :

- le niveau notionnel, lié à la langue quotidienne et utilisé sur le mode du langage usuel ;
- le niveau conceptuel, associé au modèle scientifique.

L'idée des chercheurs est que le niveau notionnel et le niveau conceptuel coopèrent à la construction du domaine conceptuel. Le niveau notionnel joue un rôle déterminant dans la construction et la découverte, offrant une base flexible, simple, d'énonciation des étapes successives de la construction d'un concept nouveau, soit à l'aide de concepts déjà maîtrisés, soit à l'aide de connaissances quotidiennes non formalisées. Dans le cas d'un déroulement favorable, la structure se fige progressivement et on passe à une spécialisation correspondant au niveau conceptuel. Quelques caractéristiques permettent de distinguer les deux niveaux :

- le niveau notionnel (tout en proposant un noyau de sens invariable) permet des glissements de sens, des métaphores ; il peut donner lieu à des reformulations diverses ;
- le niveau conceptuel correspond à un sens bien défini, avec exigence de fidélité absolue à la définition ; il ne permet aucune reformulation.

Les recherches citées ci-dessus ont été faites à propos de la construction du concept d'énergie en Première S. Nous proposons, pour notre part, un prolongement de l'étude portant sur les concepts utilisés en électricité en classe de seconde, comme la tension ou le courant. Quand il est employé au niveau conceptuel, le mot désignant le concept est accompagné de ses caractéristiques scientifiques (unités, valeurs numériques), d'adjectifs ou expressions qui peuvent être lui être associées dans une formulation scientifique correcte (pour la classe où il est enseigné).

Pour donner des critères de différenciation entre les deux niveaux, il est nécessaire de les envisager dans le contexte de l'électricité : au niveau conceptuel, les mots "courant" et "tension", par exemple, peuvent être accompagnés d'adjectifs comme "continu", "efficace", "alternatif", "sinusoïdal"... Les expressions comme "aux bornes de..." et "entre... et..." pour la tension ou "sens du courant" correspondent aussi à cette catégorie. Il y a peu de verbes significatifs du niveau conceptuel pour "tension" ; pour "courant", on peut rencontrer "circule", ou "passe", bien qu'une ambiguïté existe pour ce dernier (s'il est accompagné de "par ici", on peut y retrouver

deux niveaux
de description
des entités
lexicales :
notionnel ou
conceptuel

quelques
exemples

une manifestation du raisonnement séquentiel qui sera décrit plus loin).

Le niveau notionnel, lui, correspond au langage naturel, par exemple : "mettre une tension" ou "avez-vous du courant ?". Il traduit aussi souvent une conception erronée (par exemple "la tension passe") ou un raisonnement séquentiel. L. Viennot présente ce raisonnement de la façon suivante : *"Il existe une entité à dénomination variable, le "courant" ou "l'électricité" ou "les électrons" à laquelle on associe selon les cas des grandeurs telles que l'intensité, la tension, ou même la phase. Elle sort du générateur par une de ses bornes et part à l'aventure dans le circuit."* (Viennot L., 1996, p. 115). L'entité (souvent appelée "courant") découvre le circuit au fur et à mesure d'un parcours qui se fait du pôle positif jusqu'au pôle négatif du générateur. Dans ce type de raisonnement, la présence d'un conducteur ohmique, appelé "résistance", influe sur le comportement du courant ("le courant s'use dans la résistance") sans qu'il y ait rétroaction de l'aval sur l'amont : par exemple, la "résistance de protection" devrait être "avant" la diode pour la protéger. Dans le langage, ce raisonnement correspond à l'usage de certains verbes qui accompagnent le mot : ou "le courant part de... arrive à...", "le courant est repoussé" ou "le courant passe par là". Au niveau notionnel figurent aussi des expressions où la grandeur physique est considérée comme une entité appartenant à un dipôle : "tension de la diode".

pour un même terme, niveau notionnel ou conceptuel selon le contexte où il figure

Une partie du travail réalisé avec les professeurs stagiaires sur les dialogues de classe s'appuie sur une collaboration avec un linguiste et utilise un outil informatique d'analyse sémantique préalablement mis au point dans le cadre d'une recherche linguistique (Bonnefois P., 2000). Ce logiciel est un générateur de concordances. Fabriquer une concordance consiste à prendre tous les mots d'un texte, déterminer pour chacun de ceux-ci les contextes antérieur et postérieur et enfin les classer dans l'ordre alphabétique. Ce logiciel est en outre pourvu d'outils complémentaires qui permettent, par exemple, de déterminer le lexique d'un texte, l'indexer sur un ou plusieurs critères de tri, rechercher des items sur un ou plusieurs critères et enfin, pour le sujet que nous traitons, ajouter des propriétés aux items à traiter. Dans un deuxième temps, les éléments du vocabulaire scientifique ayant été repérés, on peut extraire les concordances pour chacun des éléments de ce vocabulaire. L'analyse, par les contextes, de tous les emplois d'un mot permettra de déterminer quel sémantisme il lui attribue ainsi que les écarts entre ce sémantisme et le concept scientifique correspondant. L'analyse linguistique peut aider à définir les deux niveaux et à repérer où se situent les locuteurs : spécifiquement sur l'un des niveaux, ou sur les deux niveaux à la fois.

un logiciel d'analyse textuelle pour déterminer les contextes d'utilisation des mots

Il s'agit alors, au cours de la formation initiale, de définir avec les stagiaires, le niveau notionnel et le niveau conceptuel. Ceci est réalisé collectivement, au fur et à mesure de l'étude de chaque mot : après s'être mis d'accord sur une définition scientifique adaptée à la classe de seconde, les stagiaires conviennent des expressions (qualificatifs, noms, verbes) qui, d'après eux, doivent accompagner le mot étudié quand il est utilisé dans le sens conceptuel (scientifiquement rigoureux). Dans la suite de la séance de formation, des exemples de contextes sont relevés dans les diverses transcriptions et confrontés par la promotion : les stagiaires repèrent ainsi les expressions qui font apparaître des conceptions erronées, des ambiguïtés (par exemple "la tension *de* la lampe"), aussi bien dans le discours du professeur que dans celui des élèves, et ils les classent dans le niveau notionnel. Chacun, par la suite, étudie en détail sa propre transcription de classe. En page 76, nous proposons des exemples pour les contextes des mots "courants" et "tension".

2. LA DESCRIPTION DU MODULE DE FORMATION

Le dispositif s'insère dans le cadre institutionnel de la formation en Institut Universitaire de Formation des Maîtres. Les stagiaires (promotions d'une dizaine chaque année) sont responsables de l'enseignement des sciences physiques dans une classe de seconde pendant six heures par semaine ; ils sont aussi en formation à l'Institut pendant douze heures par semaine. Le module de formation didactique décrit ici ne porte que sur une partie très restreinte de l'enseignement dispensé en IUFM : une vingtaine d'heures seulement sur un an, situées entre septembre et décembre. Cette partie de l'année correspond, en lycée, à l'enseignement de l'électricité dans les classes de seconde. Le module de formation en IUFM comporte trois phases : la préparation d'une séance de travaux pratiques (dont le sujet est la construction, par les élèves, d'un circuit électrique clignotant), sa réalisation en lycée (enregistrée au magnétophone et transcrite ensuite par les stagiaires eux-mêmes) puis son analyse par les stagiaires.

2.1. La séance de travaux pratiques réalisée par les stagiaires

La situation réalisée par chaque stagiaire dans sa classe est en décalage avec les pratiques habituelles de lycée ou les pratiques spontanées des stagiaires (Saint-Georges, 1998 ; Calmettes et Saint-Georges, 2000). Ces pratiques sont plutôt de type expositif et frontal et les coutumes de travaux pratiques en lycée font intervenir très souvent des fiches de protocole, suite de consignes plus ou moins détaillées que doit suivre l'élève pendant la séance. La situation de classe

réalisation de
la séance
de travaux
pratiques par
les stagiaires

réalisée par les stagiaires a déjà fait l'objet d'une précédente étude et s'est avérée pertinente du point de vue de l'analyse des conceptions d'élèves en électricité, amorçant ainsi la formation didactique concernant les conceptions des élèves et le raisonnement séquentiel (Saint-Georges, 1998). Cette même situation, qui offre à des élèves de seconde, en début d'année, la possibilité de résoudre un problème expérimental, de parler de physique et d'argumenter des choix, ouvre sur une opportunité d'analyse des échanges oraux. La situation faisant l'objet de l'analyse est une séance de travaux pratiques ; elle est construite collectivement par les stagiaires et le formateur, en respectant quelques règles du jeu qui en font une situation problème expérimentale.

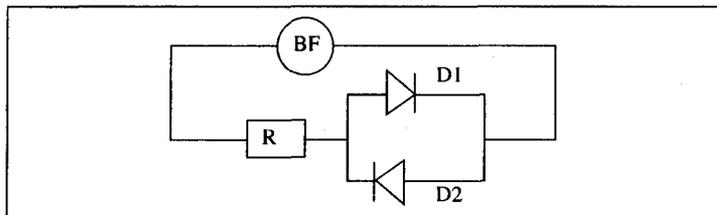
• **Le problème posé aux élèves**

Le sujet de la séance de TP est présenté aux élèves comme un problème à résoudre : ils doivent élaborer puis construire un circuit électrique qui assure une fonction précise, la fonction de clignotant. La consigne exacte exige qu'il soit formé de "deux composants qui clignotent alternativement". Le même sujet est imposé à tous les stagiaires.

une situation
problème pour
les élèves

Voici le circuit que peuvent élaborer les élèves d'une classe de seconde en justifiant leurs choix : deux diodes électroluminescentes, montées en parallèle et en sens inverse, sont alimentées par un générateur de très basses fréquences (tension rectangulaire), et protégées par une résistance en série avec le générateur.

Document 1. Schéma d'un circuit possible proposé par des élèves de seconde



Tous les élèves ne proposent pas d'emblée le schéma ci-dessus ; c'est justement l'argumentation des schémas produits par chacun qui est recherchée dans cette étape, où ils ont l'occasion de parler de physique avec leurs camarades et avec leur professeur.

• **Les étapes de la séance propices à l'étude des interactions**

Pour répondre à la consigne et construire le circuit, les élèves doivent au préalable passer par les étapes suivantes :

des épisodes
propices
à l'interaction

a) Pour élaborer un schéma du montage, chacun suggère des composants, propose un schéma. Les différentes productions écrites sont ensuite confrontées et discutées par toute la classe. Cette étape de la séance donne l'occasion à l'enseignant de jouer un rôle de médiateur, organisant un débat entre les élèves et gérant la prise de décision qui en découle à propos du schéma final à adopter. Il est important, dans ce cas, de repérer *a posteriori* dans le dialogue, qui prend la décision finale et avec quels arguments (scientifique, ou autorité ...) . Si la séance est menée sur le mode de l'interactivité, c'est une étape importante de la séance de TP : elle permet aux élèves d'exprimer leurs conceptions des propriétés du courant. On retrouve les conceptions classiques sur le courant et l'expression d'un raisonnement séquentiel (Viennot, 1998). C'est la confrontation de leurs différents schémas qui permet aux élèves d'explicitier leurs idées sur les propriétés du courant et ceci se traduit dans leurs discours.

médiation...

b) Pour passer de ce schéma à la réalisation effective, il faut déterminer les valeurs des composants, et pour cela obtenir sur la diode, par exemple, des informations quantitatives sur son comportement dans un circuit : il est nécessaire de faire un montage annexe (fait en général au bureau par le stagiaire et exploité par les élèves) donnant des informations sur le point de fonctionnement. Les valeurs numériques obtenues permettent de calculer la valeur de la résistance de protection, puis de monter le clignotant. Cette étape correspond au réinvestissement et à la mise en œuvre des concepts de courant et de tension appris depuis le début de l'année. Les élèves de seconde cherchent en général d'emblée à appliquer la loi d'Ohm, mais la tension à laquelle ils font appel spontanément n'est pas, en général, la tension aux bornes de la résistance ; c'est plutôt la dernière valeur donnée précédemment (aux bornes du générateur ou aux bornes de diode). Le professeur peut, selon la façon dont il gère ce moment, interagir en médiateur (il laisse chercher les élèves en les laissant exprimer leurs erreurs éventuelles, il provoque des confrontations...) ou en tuteur (donne quelques conseils et consignes, fait faire des rappels nécessaires, attire l'attention sur un point important...).

... ou tutelle

• Les contraintes imposées aux stagiaires pour la réalisation de la séance

Les stagiaires sont confrontés à une situation de classe interactive dont ils n'ont pas l'habitude. Ici, en accompagnant leurs élèves dans l'élaboration des montages, ils se trouvent donc en décalage par rapport à des pratiques couramment employées en lycée : ils doivent gérer des échanges où ils sont censés guider leurs élèves dans leur raisonnement sans leur donner d'emblée la façon de faire, décider des contraintes et des libertés qu'ils leur laissent. Cette séance nécessite donc une réflexion préalable : la préparation en est faite collectivement en présence du formateur. Ce dernier donne des

des dialogues
enregistrés et
transcrits

règles du jeu d'intervention en classe pour qu'elle corresponde bien à une résolution de problème faite par les élèves : ne pas donner d'entrée le schéma du circuit, mais solliciter les suggestions de leurs élèves, leur faire confronter les schémas qu'ils proposent, justifier les refus ou acceptations des propositions. Différentes possibilités sont envisagées, discutées et argumentées *a priori* en formation. Les stagiaires, par la suite, vont tous réaliser cette séance dans leurs classes en se déterminant par rapport à ces discussions. Ils enregistrent et transcrivent la séance. Ils savent qu'ils auront à analyser les propos de leurs élèves, le vocabulaire qu'ils utilisent et leurs réactions face à une situation-problème.

2.2. Le travail demandé aux stagiaires après réalisation des séances et transcription. Les prévisions de recherche

• Première séance d'analyse : les interactions didactiques

Après confrontation du déroulement des séances dans les différentes classes, les stagiaires répondent individuellement par écrit, à propos de leur propre transcription, aux questions suivantes :

1 - *Conceptions d'élèves et raisonnement séquentiel : citer les phrases où ils se manifestent. Et pour le professeur ?*

2 - *La gestion du dialogue de classe :*

- *Comment et par qui ont été prises les décisions concernant les composants et les schémas de circuit ? Citer les phrases correspondant à ces décisions.*

- *Si c'était à refaire, comment pourriez-vous modifier votre intervention pour aller encore plus vers une recherche commune de validité ?*

3 - *Le guidage des élèves dans le calcul de la résistance :*

- *Comment a été mené le calcul ? Comment avez-vous guidé les élèves ? (citations)*

- *Si c'était à refaire, comment faire expliciter par les élèves leurs erreurs et comment les aider à construire la bonne réponse ?*

Le premier point permet d'illustrer la notion de conception d'élève et d'approfondir ainsi les premières connaissances didactiques sur les raisonnements spontanés et les conceptions, qui font l'objet d'une séance de formation spécifique. Cette étude a fait l'objet d'un précédent article (Saint-Georges, 1998) et ne sera pas détaillée ici. Pour le second point, dans une première approche avec des débutants, il n'est pas question, comme nous l'avons dit précédemment, d'introduire les termes "tutelle" et "médiation". Il leur est demandé de repérer comment est prise la décision finale pour le schéma et comment ils guident leurs élèves. La question

“si c'était à refaire ?” ouvre sur des propositions possibles de la part des stagiaires. Ils y répondent individuellement après échanges et discussion pendant une séance de formation à l'IUFM.

L'hypothèse de recherche est que les stagiaires, se situant plutôt dans le registre de tutelle, évoluent vers des propositions proches du registre de la médiation. L'analyse des transcriptions de classe, associées aux écrits individuels des stagiaires, va permettre de tester cette hypothèse.

**• Seconde séance d'analyse en présence
d'un linguiste : le vocabulaire**

L'analyse sémantique du dialogue de classe, transcrit par les stagiaires eux-mêmes, prend appui sur les mots et les expressions utilisés par les élèves et les stagiaires, ainsi que sur le contexte où ils les emploient. La séance comporte deux moments d'étude.

a) Étude du vocabulaire utilisé dans chacun des deux discours : le logiciel permet d'extraire le vocabulaire scientifique (les expressions retenues comme “scientifiques” étant définies collectivement par les stagiaires), de comparer celui des élèves et celui du professeur. Quelles sont les expressions utilisées par les stagiaires et non reprises par les élèves ? Peut-on les classer en catégories ? Dans le vocabulaire scientifique qu'ils sélectionnent, les stagiaires distinguent les catégories suivantes : registre des lois et modèles ; registre des outils mathématiques ; registre des objets scientifiques et des composants intervenant dans le circuit.

L'hypothèse du chercheur est que les expressions utilisées par le professeur sont en plus grand nombre que celles qu'utilisent leurs élèves. Nous prévoyons aussi que les expressions non réinvesties par les élèves lors des échanges se situent dans le registre des lois et modèles et dans celui des outils mathématiques plutôt que dans celui des objets et composants. En effet, les élèves parlent sans doute plus naturellement et plus facilement des objets qu'ils envisagent de mettre en œuvre dans le montage. De plus, si les références des stagiaires et des élèves sont influencées par les pratiques habituelles, c'est l'enseignant qui détient le savoir scientifique et qui use du vocabulaire correspondant, l'élève ayant à l'oral peu de possibilités d'user de ce vocabulaire dans une discussion scientifique. Ceci relève aussi de la représentation du rôle que détient chacun, enseignant et élève, dans le dialogue (Goffard, 1998).

b) Étude des expressions correspondant aux concepts de courant et tension, diodes ou générateur, replacées dans leur contexte : l'analyse des contextes permet de cerner les sens que les élèves attribuent aux expressions et, par suite, le sens qu'ils donnent aux concepts évoqués, et ceci dans leur discours spontané. Le travail demandé aux stagiaires consiste à faire l'étude des contextes d'utilisation de quelques

travail
des stagiaires
sur
le vocabulaire,

en utilisant le
logiciel
d'analyse
textuelle

sur le contexte
des mots
scientifiques

mots comme courant, intensité, tension, générateur. Les contextes sont recherchés dans le discours du professeur et dans celui des élèves ; ils permettent de repérer dans quel registre ils se situent : notionnel ou conceptuel. Pour ce faire, il est nécessaire au préalable d'avoir débattu du type d'expressions associées à chaque registre. Une discussion entre stagiaires permet de définir ce que l'ensemble de la promotion va décider de placer au niveau notionnel et au niveau conceptuel. Nous prévoyons que cette discussion conduise à une réflexion sur les critères de scientificité des mots utilisés et sur le repérage du niveau conceptuel qui peut être attendu de la part des élèves de seconde pour les différents concepts envisagés (en fin de construction pour la classe de seconde)

Par ailleurs, notre hypothèse est que les élèves, même lors d'une séance où ils réinvestissent l'apprentissage des concepts, se situent essentiellement (du point de vue du langage oral) au niveau notionnel ; alors que les stagiaires se situeraient à la frontière des deux, passant de l'un à l'autre, éventuellement sans indication précise. L'analyse des transcriptions, croisée avec le compte rendu de chaque stagiaire, va permettre de confirmer ou d'infirmer ces prévisions.

3. LES RÉSULTATS APRÈS QUATRE MOIS DE FORMATION

Le corpus analysé est constitué d'une part des transcriptions de séance de sept stagiaires, d'autre part du compte rendu écrit de leur travail d'analyse personnel, rédigé par chacun d'eux, à la fin du module de formation.

3.1. Les interactions didactiques

- ***Le choix du schéma de montage : la prise de décision***

Ce que font les stagiaires pendant la séance

D'après les transcriptions, on constate que les sept stagiaires partent tous des propositions des élèves qu'ils questionnent. Cinq d'entre eux interagissent sur le mode de tutelle, conduisant les élèves à rejeter ou conserver les schémas en attirant l'attention sur une erreur ou en apportant des précisions sur une proposition intéressante ; dans ce cas, ils interviennent par le dialogue avec un ou deux élèves (souvent avec un élève au tableau et, éventuellement un autre dans la classe). Ils donnent en général à la fin ce qu'ils appellent, pour deux d'entre eux, "*le bon montage*".

Une des stagiaires (Catherine) intervient sur le mode de la médiation : les élèves ont cherché par groupe, les résultats sont confrontés au tableau, le professeur relance les ques-

des stratégies
d'enseignement
diverses

tions à la classe ; un extrait de ce dialogue, son commentaire par le chercheur et le compte rendu correspondant du stagiaire figurent en annexe 1.

Un dernier stagiaire, enfin, n'a pas retranscrit cette partie du dialogue, mais affirme que les élèves ont pris eux-mêmes la décision du schéma.

Ce qu'écrivent les stagiaires dans leur compte rendu

Les stagiaires repèrent bien qui prend la décision finale. Ils décrivent leur stratégie d'enseignant ; en voici quelques extraits.

Pour le stagiaire médiateur, par exemple : *“Décision finale prise par les élèves, mais j'ai orienté la discussion pour mettre en évidence les avantages et les défauts de chaque proposition.”*

Pour les autres : certains citent la phrase de décision de leur discours, par exemple : *“Je vais maintenant vous donner le bon montage”* et plusieurs d'entre eux proposent des améliorations allant dans le sens de la médiation : *“Je referais ce TP en m'adaptant au public, en laissant réfléchir les élèves un peu plus longtemps et en mélangeant les groupes en cours de séance pour qu'ils se critiquent entre eux.”* ou bien : *“J'ai plus ou moins imposé (tout de même !) le montage pour nous permettre de finir la séance dans les temps. Si c'était à refaire, je pense que lors d'une séance précédente, je parlerais du TP et de ses objectifs. Je demanderais alors aux élèves d'élaborer ou du moins déjà de réfléchir au montage répondant à la problématique.”*

Dans leurs propositions d'amélioration possible, les stagiaires évoluent vers des stratégies où ils envisagent de laisser plus de temps de recherche aux élèves, de les laisser exprimer leurs propres solutions et éventuellement leurs erreurs, d'argumenter et de faire jouer l'échange entre eux.

• Le guidage pour le calcul de la valeur de la résistance

Ce que font les stagiaires pendant la séance

D'après les transcriptions, sur les sept stagiaires, trois laissent d'abord leurs élèves chercher par groupe (Théo, Catherine et Dominique), les quatre autres (Fabienne, Léa, Serge et Benoît) guident l'ensemble de la classe en dialoguant avec quelques élèves. On est bien dans une interaction de tutelle, celle-ci étant plus marquée et plus contraignante pour les élèves dans le cas où ils n'ont pas eu le temps de chercher en groupe au préalable. Un exemple de ce type de dialogue, son analyse par le chercheur et le commentaire du stagiaire figurent en annexe 2.

Ceux qui font travailler les élèves par groupe leur donnent quelques outils au départ : rappel des schémas équivalents au tableau (par le professeur ou par un élève), conseils sur son utilisation, rappel des valeurs numériques utiles (intensité, tension aux bornes du générateur). Les élèves partent en général sur la loi d'Ohm sans utiliser la bonne valeur de

une analyse
réflexive

recherche
par groupe,
guidage
collectif

la tension aux bornes de la résistance. Les stagiaires laissent s'exprimer l'erreur puis reprennent le guidage en faisant rappeler les valeurs de tensions. Pour cela, soit ils envoient un élève au tableau, soit ils utilisent le bon résultat que leur propose un élève, en lui faisant commenter sa méthode.

Ce qu'écrivent les stagiaires

Dans leur compte rendu écrit, les stagiaires décrivent leur démarche en détaillant les différentes aides qu'ils ont apportées au fur et à mesure.

Ceux qui ont travaillé avec l'ensemble de la classe (un groupe de TP de 16 élèves en général) reconnaissent qu'ils ont fortement influencé les élèves par des guidages qui ne leur laissent pas d'autres possibilités :

"À ce niveau, j'ai commencé à guider davantage ; j'ai essayé de leur faire énoncer les différentes lois ; j'ai fractionné la question en sous-parties."

ou bien

"Calcul très guidé par manque de temps ; si c'était à refaire, je laisserais l'initiative aux élèves."

ou encore

"Par souci de terminer la séance, j'ai traduit moi-même les idées des élèves au tableau (en particulier les idées des deux meilleurs élèves). Si c'était à refaire, il faudrait laisser plus de temps aux élèves pour chercher... Des élèves ayant calculé R de deux manières différentes iraient au tableau exposer leurs calculs et les autres élèves choisiraient ce qu'ils préfèrent comme méthode en argumentant le plus possible."

L'épisode du calcul de la valeur de la résistance se situe en fin de séance : les stagiaires se sentent contraints par le temps. C'est une raison que les enseignants, même expérimentés, invoquent souvent pour expliquer et justifier des pratiques qui laissent peu d'espace d'expression aux élèves. Cette contrainte institutionnelle est très forte, tout particulièrement en lycée.

Les résultats de la promotion sont assez homogènes et vérifient bien l'hypothèse concernant l'évolution des stagiaires d'un registre de tutelle vers un registre de médiation. La confrontation de leurs propositions d'amélioration, consistant à faire confronter les idées des élèves permet ainsi d'introduire le conflit socio-cognitif en formation didactique et de donner aux stagiaires des références bibliographiques. (Astolfi et al., 1997).

3.2. L'étude des dialogues par les stagiaires

• Le vocabulaire scientifique : confrontation entre celui de chaque stagiaire et celui de ses élèves

L'hypothèse de départ était que les élèves n'utilisent pas toutes les expressions scientifiques dont usent leurs profes-

pression
du temps

de la tutelle
à la médiation

seurs dans les conversations scolaires et que les mots non employés seraient plutôt du registre des modèles ou des outils mathématiques, le domaine lexical dans lequel se situe le discours des élèves étant sans doute plus attaché aux objets et aux composants qui interviennent dans le circuit.

Cette situation ne se produit que pour deux stagiaires sur les sept qui ont rédigé un compte rendu (Serge et Léa). Ce sont aussi les deux seuls qui ont proposé une catégorisation pour présenter le vocabulaire que leurs élèves n'utilisent pas pendant la séance. Le compte rendu de l'un d'eux et quelques commentaires du chercheur sont reproduits ci-dessous. Pour ces deux stagiaires, ce mode d'analyse semble pertinent, l'écart entre le lexique du professeur et celui de ses élèves étant assez important (14 et 25 mots).

Document 2. Compte rendu proposant une catégorisation du vocabulaire non utilisé par les élèves

Le compte rendu du stagiaire

"Les élèves ont mal acquis le vocabulaire relatif à la tension variable ; les mots non utilisés par les élèves sont les suivants :

- dans le registre des lois et modèles : amplitude, caractéristique, carré, loi, modèle, passante, protection, seuil, surintensité
- dans le registre des objets et des composants du circuit : bornes, charges, diode, source
- dans le registre mathématique : $U = RI$."

Le commentaire du chercheur :

Le mot "source" (source de tension) est peu utilisé par les élèves, qui parlent plutôt de "générateur". Le mot "charge", placé par le stagiaire dans le registre des objets, révèle une tendance à matérialiser les grandeurs physiques. Le mot "diode" n'est pas utilisé par les élèves de cette classe parce qu'ils emploient plutôt l'expression "DEL".

Quatre autres stagiaires ne font pas de proposition de catégorisation des mots inemployés par les élèves ; ils produisent une liste assez courte (6 à 10 mots) pour lesquels une catégorisation ne semble pas, en effet, très significative. Par exemple pour Dominique : *"Additivité, branche, continu, dipôle, fréquence, loi, oscilloscope, pile, série"*.

Un même mot ("additivité" par exemple) fait, par contre, partie du vocabulaire des élèves d'une autre classe ; il correspond d'ailleurs souvent à une réponse des élèves à une question du professeur : "quelle loi utilisez-vous ?" Il est donc difficile, lors d'une séance collective de bilan en formation, de tirer une conclusion de la confrontation de ces quatre analyses.

Le dernier cas (Benoît) semble assez paradoxal : le vocabulaire scientifique utilisé par les élèves pendant la séance est plus varié que celui de l'enseignant ; celui-ci utilise bien quelques mots non réinvestis par les élèves, mais ces derniers sont les seuls à employer des mots comme : *"alternatif, ampèremètre, protection, surintensité, variable"*.

diversité
dans l'usage du
vocabulaire
scientifique
par chacun des
stagiaires...

Ainsi, dans le cas d'enseignants qui débutent, d'une part dans la profession, d'autre part dans la conduite d'une situation problème, il semble que l'emploi du vocabulaire scientifique relève plus d'une analyse individuelle que d'un échange collectif.

A posteriori, pour le chercheur, il apparaît intéressant de croiser les résultats obtenus par l'analyse linguistique avec ceux qui sont apportés par l'étude de l'interaction didactique ; on peut analyser ces premiers résultats de la façon suivante :

- le cas des deux premiers stagiaires (Serge et Léa), qui peuvent faire des catégorisations significatives sur un grand nombre de mots scientifiques non réinvestis par leurs élèves, correspond à des enseignants dont la durée du discours, sur l'ensemble de la séance, est très disproportionnée par rapport à celui des élèves. Ces résultats s'inscrivent dans les prévisions que l'on peut faire pour des enseignants, même expérimentés, intervenant en classe selon les pratiques courantes et peu familiers avec la situation problème ;
- pour le cas du stagiaire dont le vocabulaire scientifique des élèves est plus riche que celui du professeur, c'est l'inverse : ce stagiaire (Benoît) sollicite beaucoup ses élèves et les incite fortement à chercher par eux-mêmes ;
- pour les cas intermédiaires, on peut penser que les stagiaires, naviguant entre le langage scientifique et le langage usuel, entre des discours de type argumentatif ou explicatif, n'ont pas la maîtrise du registre dans lequel ils se situent à chaque instant quand ils prennent la parole.

La disparité observée sur une promotion de quelques professeurs débutants conduit à penser que le vocabulaire employé traduit les particularités de chacun. L'étude des contextes de quelques mots scientifiques va permettre d'approfondir et de préciser cette approche.

• *L'étude des contextes*

Les mots dont les contextes d'utilisation ont été étudiés, aussi bien dans le discours du professeur que dans celui des élèves, sont les suivants : courant, intensité, tension, générateur, résistance. Pour simplifier, nous donnons connaissance ici des résultats pour l'étude des contextes de "courant" et "tension", significatifs de l'ensemble des résultats.

Ce que disent les stagiaires pendant l'échange collectif

L'étape préalable d'échange collectif, qui précède l'analyse écrite individuelle, se révèle particulièrement fructueuse. C'est le moment où les stagiaires doivent convenir entre eux des expressions associées à "courant" ou "tension", qui soient significatives de l'un ou l'autre niveau.

Le cas du mot "courant" : les expressions qui lui sont associées et qui correspondent au niveau notionnel sont souvent à mettre en relation avec les conceptions de l'électricité et le raisonnement séquentiel : "*le courant part... arrive... est*

la réflexion
collective sur
l'emploi du mot
"courant"...

bloqué". L'ambiguïté commence à : "*le courant passe... circule*", très proche d'une description séquentielle, mais sans confirmation. C'est l'occasion, pour les stagiaires, de préciser quelle définition scientifique ils attendent que leurs élèves donnent du courant électrique (circulation de charges), de constater que l'expression "*circulation du courant*" est plutôt redondante : ils ne peuvent se mettre d'accord et la situent à la charnière des deux catégories. Ils prennent conscience par la même occasion, des ambiguïtés du vocabulaire qu'ils utilisent et de leurs propres conceptions du courant ; une des stagiaires par exemple (Catherine) utilise des expressions comme : "*le courant n'a pas le droit de passer...*", très proche de l'animisme. L'expression "*courant alternatif*" est placée, par défaut, au niveau conceptuel, mais il subsiste une difficulté : si "alternatif" est défini comme antinomique de "continu", il est utilisé au sens conceptuel ; sinon, c'est un sens plus proche du langage quotidien (par exemple dans : "*on va prendre du courant alternatif*").

...et sur l'emploi
du mot
"tension"

Le cas du mot "tension" : il est moins utilisé que "courant" dans le langage quotidien quand on parle d'électricité et donc moins employé au niveau notionnel. Par contre son association avec "du générateur" ou "de la diode" permet de repérer une conception erronée : la tension est considérée dans ce cas comme une entité que possède le dipôle, indépendamment de son fonctionnement dans le circuit, avec sans doute une confusion possible avec l'énergie (Viennot L., 1998) dans l'expression "*donnée par le générateur*". L'expression "*délivrée par le générateur*", très utilisée dans les manuels scolaires, reste très ambiguë et illustre bien la difficulté d'enseignement de ce concept en classe de seconde. Les stagiaires ne tranchent pas et la laissent à un niveau intermédiaire entre notionnel et conceptuel. L'expression "*tension de...*" souvent utilisée par certains stagiaires eux-mêmes (et pas seulement par leurs élèves) permet de revenir sur leurs conceptions de l'électricité et de définir ce que peuvent être les expressions associées à "tension", et caractéristiques du niveau conceptuel exigible en seconde : leur accord se porte sur "*tension aux bornes de...*".

Par la suite, lors de l'analyse personnelle de chacun, comme dans la précédente étude du vocabulaire, les particularités individuelles qui se révèlent dans le compte rendu écrit de chaque stagiaire semblent primer sur des caractères plus généraux. Selon les classes, en effet, certains élèves pour un même mot (et les stagiaires aussi) se situent plutôt dans le niveau notionnel, d'autres dans le niveau conceptuel ; il s'avère donc difficile de tirer une conclusion générale, du point de vue de la formation, à partir des résultats individuels. Des exemples de travaux écrits des stagiaires sont fournis ci-après (document 3).

On voit, sur ces deux exemples d'étude de contextes, que l'analyse linguistique est très délicate, surtout pour des débutants. Son intérêt en formation réside surtout dans les questions qu'elle soulève lorsque les stagiaires interrogent, du point de vue scientifique, les expressions qu'ils emploient spontanément dans les conversations scolaires. Les diverses expressions employées par les uns ou par les autres font d'ailleurs l'objet de débats et de vives discussions entre eux.

Document 3. Quelques exemples d'analyses menées par les stagiaires

Contextes du mot : "courant"

Fabienne

	Niveau notionnel	Niveau conceptuel
Les élèves	C'est pas le courant, c'est la tension <i>Le courant</i>	<i>passé</i>
Le professeur	Alternativement, le courant s'allume puis s'éteint	

Léa

	Niveau notionnel	Niveau conceptuel
Les élèves	Passé par là, puis est repoussé Va dans ce sens et cette lampe s'allume en premier <i>Ne passe pas</i> <i>Va passer (3 fois)</i> <i>Passé dans les deux lampes en même temps</i>	Sens du courant Intensité du courant (3 fois) Courant alternatif
Le professeur	Le courant n'a pas le droit de changer de sens Le courant se déplace du plus vers le moins <i>Le courant traverse la diode</i> <i>Le courant passe</i> <i>Le courant passe dans ce sens</i>	Sens du courant (3 fois) Intensité du courant (2 fois)

Contextes du mot : "tension"

Fabienne

	Niveau notionnel	Niveau conceptuel
Les élèves (5)	On a une perte de tension On a mis l'intensité alors que c'est la tension C'est pas le courant, c'est la tension	C'est pas en herz, c'est en volt, la tension
Le professeur (18)	La tension va changer C'est quoi, la tension ? <i>Déjà par (2 fois)</i>	Aux bornes de (6 fois) Alternative (2 fois) Créneau Positive Négative Tension : schéma Efficace Maximale Additivité

Serge

	Niveau notionnel	Niveau conceptuel
Les élèves	Mettre une tension <i>Régler la tension</i>	<i>ou la fréquence</i> Tension efficace Additivité des tensions
Le professeur	<i>Connaissances sur</i>	<i>la tension</i> Générateur de tension Générateur de tension continue (4) Alternative Variable 6V en amplitude Diviseur de tension Mesurer une tension efficace Tension crête à crête Caractéristique intensité/tension (2) Tension de seuil (4) Tension positive/négative (2)

On pourrait se demander comment réagissent des professeurs qui prennent conscience, à l'occasion de ces séances de formation, de l'usage peu conceptuel qu'ils font de certains

le logiciel
d'analyse
lexicale perçu
comme un outil
objectif d'étude
du vocabulaire

mots scientifiques. N'y a-t-il pas un risque de rejet de leur part ? Une telle réaction n'a pas été observée jusqu'à présent. L'analyse par logiciel donne une objectivité à l'observation qui est faite, sans connotation de jugement : le stagiaire repère lui-même ses propres expressions, les confronte, s'il le désire, avec celles des autres lors de l'échange collectif ; il constate alors que c'est une situation partagée par plusieurs de ses collègues. Le rôle du formateur, lors des discussions, est de mettre l'accent sur l'apprentissage des concepts par les élèves et sur les façons de les aider, l'usage pertinent du vocabulaire étant alors perçu comme un atout didactique.

L'analyse a posteriori par le chercheur

Les spécificités de chaque stagiaire ayant émergées à l'issue des séances de formation, il est apparu nécessaire pour le chercheur de faire sa propre analyse des contextes de "courant" et "tension", en confrontant pour chaque classe les résultats qui concernent le professeur-stagiaire et ceux qui concernent ses élèves

– Première remarque : l'accord entre les élèves et leur professeur

Les niveaux auxquels se situent les stagiaires et leurs élèves sont, en grande majorité, en concordance pour les mots qu'ils utilisent en commun dans leur discours. Élèves et professeurs de la même classe ont un vocabulaire adapté qu'ils utilisent dans le même type de contexte, reprenant souvent les expressions les uns des autres. Les tableaux repris dans le document 3 pour différents stagiaires, à propos de "courant" et "tension" – mettent en évidence cet accord : pour un même mot (mais avec moins de variété d'usage pour les élèves que pour les professeurs) élèves et professeur de la classe se situent tous, soit au niveau notionnel, soit au niveau conceptuel (pour la tension en particulier) soit en alternance sur les deux.

– Seconde remarque : les différences entre les stagiaires

La différenciation se fait nettement entre les stagiaires.

Pour le mot "courant" : deux d'entre eux (Fabienne et Benoit) se situent au niveau notionnel : par exemple pour Fabienne "*Alternativement, le courant s'allume puis s'éteint*". Quatre autres (Léa, Catherine, Théo, Dominique) sont en alternance sur l'un ou l'autre niveau, selon qu'ils interagissent dans le registre de l'explication qualitative du fonctionnement des circuits avec une forte propension à l'animisme ("*le courant n'a pas le droit de...*") ou dans le registre calculatoire ("*l'intensité du courant est de...*"). Enfin, pour la classe du dernier stagiaire (Serge), les élèves ne s'expriment jamais en terme de courant ni d'intensité, alors que pour le professeur, le discours se répartit entre les deux niveaux ; c'est la seule classe où les élèves n'usent pas du mot "courant".

Pour le mot "tension" : il est peu utilisé, nous l'avons vu, au niveau notionnel. S'il apparaît, c'est soit avec le statut d'objet

peut-on faire un
lien entre mode
d'interaction
didactique...

dans le montage ("*mettre la tension*"), soit, chez Catherine par exemple, comme entité attachée à un appareil ou un composant ("*tension du générateur*").

Professeurs et élèves utilisent rarement le mot tension et, à part Catherine citée plus haut, plutôt à un niveau conceptuel. La différence essentielle entre les stagiaires tient au nombre de fois où ils l'utilisent : 2 fois pour Benoît, contre 21 fois pour Serge ou 18 pour Fabienne. Ces deux derniers stagiaires usent particulièrement du mot dans la dernière partie de la séance, pour le calcul de la valeur de la résistance. On peut ici faire le lien avec leur mode d'interaction : ils mettent en œuvre une démarche de tutelle très guidée, les professeurs parlant beaucoup, dans le cadre de calculs, pour lesquels ils guident les élèves, en étant les garants du savoir scientifique.

On constate ainsi différents comportements d'enseignants, du point de vue du langage, selon la façon dont ils utilisent le vocabulaire et selon le sens qu'ils donnent aux mots qui servent de support aux concepts. Ceci mériterait sans doute une analyse individualisée, permettant à chacun de prendre conscience de sa propre façon de s'adresser aux élèves. Nous avons vu, sur cet échantillon restreint de sept stagiaires, se dessiner plusieurs profils d'intervention en classe pour des enseignants débutants, dont nous pouvons caractériser les deux extrêmes de la façon qui suit.

L'exemple de Catherine : échanges riches avec les élèves, interaction didactique proche du mode de la médiation ; du point de vue du langage, plutôt du niveau notionnel avec des expressions qui risquent de conforter certaines conceptions erronées des élèves.

L'exemple de Serge : caractère très conceptualisé du discours qui laisse peu de place à l'expression des élèves ; à croiser avec le mode de tutelle qui ne laisse parfois aux élèves que la possibilité de compléter les phrases de l'enseignant.

Avec ces quelques outils à notre disposition, nous ne pouvons aller pour le moment au delà dans les recoupements. Il serait intéressant de pousser plus loin la recherche d'indices pour croiser plusieurs entrées d'analyses : mode d'interaction didactique, vocabulaire utilisé, conceptions de l'enseignement. Mais ceci reste encore au stade de la recherche et n'a pas été testé en formation.

3.3. Le réinvestissement de la formation dans la pratique des stagiaires

Le module de formation se terminant à la fin du premier trimestre, il est intéressant de repérer l'impact qu'il peut avoir sur la pratique quotidienne des stagiaires en cours d'année. Il s'avère difficile de prélever des indices sur le travail quotidien des stagiaires. Les sources d'information sur leur travail dans leur classe sont de deux ordres : les mémoires profes-

... et niveau
de vocabulaire
notionnel ou
conceptuel ?

sionnels et les visites faites par le formateur dans le courant de l'année.

Les informations que l'on peut tirer des mémoires

Les professeurs stagiaires choisissent eux-mêmes leur sujet de mémoire ; ce dernier donne donc des indices sur l'intérêt qu'ils accordent à certains aspects de leur métier. Dans la promotion où a été expérimenté ce module de formation, deux stagiaires se sont fortement impliqués dans l'étude de l'interaction en classe : leur travail de réflexion a porté sur la façon d'aborder les travaux pratiques (en proposant à leurs élèves une situation problème) et sur la façon dont le professeur peut guider ses élèves dans ce cas-là. Ces deux stagiaires ont été conduits à analyser les erreurs de leurs élèves, à en tenir compte ; l'un d'eux a particulièrement travaillé sur l'optique et s'est posé beaucoup de questions sur leur compréhension des schémas. Le travail de formation a joué ici un rôle prospectif, permettant à des enseignants débutants de concevoir, de tenter, puis d'analyser des séances innovantes par le type d'interaction qu'elles impliquent dans la classe.

Un troisième stagiaire s'est attaché à l'étude du vocabulaire, s'intéressant tout particulièrement à la façon dont ses élèves s'approprient les mots qu'il utilise, dans d'autres domaines que l'électricité, comme par exemple en chimie. Il a été ainsi conduit à s'interroger sur le sens qu'il attribue lui-même à des mots comme "réaction", "réactif" ou "produit", selon le contexte dans lesquels il les emploie.

Le réinvestissement lors des visites dans les classes de stagiaires

Dans le cadre normal de la formation, le formateur a l'occasion de rendre visite aux professeurs débutants dans le courant du mois de mars. Le travail de formation est alors réinvesti dans une analyse *a posteriori* des phénomènes qui se déroulent en classe. Le formateur, qui assiste à une séance de classe, propose ensuite, lors de l'entretien avec le professeur, des éléments d'observation et d'analyse : il repère le contexte de certaines expressions employées par le stagiaire et les propos correspondants de ses élèves. Il aide le stagiaire à analyser les réponses données par les élèves, à les confronter avec ce que lui-même en attendait. Le travail fait en formation permet au formateur et au stagiaire de travailler sur une connaissance partagée par le stagiaire et son observateur. Il permet de placer le conseil pédagogique sur le terrain d'une analyse commune plutôt que sur celui de la critique et de la prescription : le formateur accompagne l'enseignant débutant dans les questions que se pose ce dernier sur les réactions et les propos de ses élèves.

CONCLUSION

Ce module de formation, centré sur l'analyse des conversations scolaires et impliquant l'ensemble d'une promotion de stagiaires, semble pertinent pour amener une réflexion sur les modes d'interaction et ouvrir la voie à un approfondissement qui permet d'introduire une initiation à la didactique (conceptions d'élèves, conflit socio-cognitif, situation-problème). Cette première approche, en prenant source dans des situations concrètes vécues par les stagiaires, prend du sens et les implique fortement dans leur propre formation. L'apport des linguistes et de leurs outils d'analyse se révèle précieux et demanderait sûrement à être développé.

Du point de vue de la formation initiale, cette expérience met aussi en évidence les limites qui apparaissent lors des échanges collectifs en formation, lorsque l'on aborde le domaine de la linguistique et du vocabulaire de chacun. Ceci nous amène à faire quelques propositions pour aller progressivement vers une personnalisation de la formation des professeurs débutants. Sur les sept cas de stagiaires étudiés ici, nous avons vu se dessiner déjà des profils différents d'enseignants. On peut envisager, pour chacun, un repérage des caractéristiques de son mode d'interaction en classe, faisant apparaître ses points forts ainsi que les ambiguïtés et les difficultés qui lui sont spécifiques. Par exemple, dans le cas d'un stagiaire intervenant plutôt sur le mode de la médiation, mais usant surtout du vocabulaire au niveau notionnel (plus proche du langage usuel et de celui des élèves), il serait intéressant de travailler avec lui la façon de s'exprimer à un niveau conceptuel, sans perdre les qualités de dialogue qui le caractérisent ; c'est vers son rapport au savoir qu'il conviendrait guider sa réflexion. À l'autre extrémité, pour un stagiaire usant d'un vocabulaire très conceptualisé, mais donnant peu à ses élèves la possibilité d'échanges en classe, c'est plutôt la réflexion sur l'apprentissage qu'il conviendrait d'approfondir avec lui. On peut envisager une extension de cette expérience, menée jusqu'à présent sur une petite promotion, à un ensemble plus important de stagiaires, en constituant par exemple des groupes. Dans chacun d'eux, un stagiaire réaliserait la séance, les autres l'observant et l'enregistrant. Le travail d'analyse serait alors pris en responsabilité par tout le groupe. Ceci à condition, bien sûr, qu'un horaire suffisant puisse être consacré à la formation didactique.

Du point de vue de la recherche didactique, les résultats de cette étude croisée des dialogues par les linguistes et les didacticiens des sciences, sur un corpus original comportant de nombreuses situations de type similaire, peuvent être réinvestis dans l'analyse des pratiques de

des propositions
pour aller plus
loin dans
une formation
plus
individualisée

classe. Ce travail, mené avec des enseignants en formation initiale, peut être aussi un outil pour une réflexion sur la diversité des pratiques et intéresser, à ce titre, les formateurs d'enseignants.

Monique SAINT-GEORGES
IUFM du Limousin

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ASTOLFI, J.-P., DAROT, E., GINSBURGER-VOGEL, Y & TOUSSAINT, J. (1997). *Mots-clés de la didactique des sciences*. Bruxelles : De Boeck.

BONNEFOIS, P. (2000). *Logiciel ANALYSER – ver. 8.00*. IUFM du Limousin.

CALMETTES, B., & SAINT-GEORGES, M. (2000). *Le statut de l'expérimental dans l'enseignement de sciences : le "souhaité", le "dit", le "fait"*. Colloque de l'AESCE. Toulouse : CRIF.

COLLET, G. (1996). *Apports linguistiques à l'analyse des mécanismes cognitifs de modélisation en sciences physiques*. Thèse présentée à l'Université scientifique et médicale. Institut National Polytechnique de Grenoble.

GOFFARD, S. (1998). Quelles contributions (et à quelles conditions) une analyse linguistique peut-elle apporter à la réflexion des didacticiens ? In A., Dumas Carré et A., Weil-Barais. *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique*. (pp. 59-64). Berne : Peter Lang.

LARCHER, C., & CHOMAT, A. (1998). Médiation dans des situations d'entretien avec des élèves de collège à propos de la modélisation des propriétés thermoélastiques des gaz. In A., Dumas Carré et A., Weil-Barais. *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique*. (pp. 177-209). Berne : Peter Lang.

MARTINAND, J.-L. (1994). La didactique des sciences et de la technologie et la formation des enseignants. *Aster*, 19, 61-76.

SAINT-GEORGES, M. (1998). Formation des professeurs de sciences physiques par la didactique. *Didaskalia*, 13, 57-80.

SAINT-GEORGES, M., & BONNEFOIS, P. (1998). Analyse de pratiques et didactique : propositions pour une formation des professeurs de sciences physiques. *BUP*, 805, 997-1009.

TRAVERSO, V. (1999). *L'analyse des conversations*. Paris : Nathan.

VÉRIN, A. (1998). Enseigner de façon constructiviste, est-ce faisable ? *Aster*, 26, 133-164.

VIENNOT, L. (1996). *Raisonnement en physique ; la part du sens commun*. Paris : PUF.

WEIL-BARAIS & DUMAS CARRE A. (1998). Les interactions didactiques : tutelle et/ou médiation. In A., Dumas Carré et A., Weil-Barais. *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique*. (pp. 1-15). Berne : Peter Lang.

ANNEXE 1

UN EXEMPLE DE DIALOGUE DE TYPE PROCHE
DE LA MÉDIATION (CATHERINE)

P correspond au professeur stagiaire, **E** à un élève

Texte du dialogue de classe	Commentaires du chercheur
<p>P : Alors maintenant, tout le monde a un schéma (<i>ils sont pas forcément tous pareils</i>). On va voir ce qui convient et ce qui ne convient pas. D., tu viens nous exposer ton montage, comment il marche et quels sont ses avantages. Tu nous expliques tout ça ; tout le monde écoute celle qui est au tableau car ça va être intéressant de voir ce que chacun a à proposer. Explique-nous comment fonctionne ton montage.</p>	<p>Le professeur expose les règles d'une coutume nouvelle pour les élèves.</p>
<p>E1 : Eh bien, on a un courant alternatif donc qui passe d'un côté et il y a une lampe qui s'allume, puis dans l'autre sens c'est l'autre.</p>	<p>La construction syntaxique des phrases est souvent incorrecte (les élèves sont peu habitués à ce "genre" de communication).</p>
<p>P : Déjà, tu as utilisé des diodes électroluminescentes. Je pense que tout le monde a pensé à ça. Tu dis que ton GBF fournit un signal qui est comment ?</p>	<p>Le professeur fait expliciter certains points qui s'avéreront importants par la suite.</p>
<p>E1 : Alternatif.</p>	
<p>(...) P : Tu as dit que le courant va une fois dans un sens, une fois dans l'autre. Explique-nous la conséquence.</p>	<p>Le montage proposé par l'élève, en fait, ne peut fonctionner (les deux diodes sont en série avec une résistance et inversées l'une par rapport à l'autre).</p>
<p>E1 : Dans un sens il passe dans une diode, pas dans l'autre ; et pour l'autre sens, ça sera la même chose</p>	<p>Raisonnement séquentiel de l'élève</p>
<p>P : Le rôle de la résistance ?</p>	<p>Le professeur fait expliciter à l'élève les raisons de ses choix avant de relancer la question à la classe.</p>

E1 : C'est pour baisser l'intensité pour que les diodes ne grillent pas.

P : Elles ont mis ce qu'on appelle une résistance de protection. Maintenant que tu nous as proposé ton montage, est-ce que vous êtes d'accord avec ce type de fonctionnement ?

E2 : Non.

P : Pourquoi ?

E2 : Parce que le courant, quand il passe dans la première diode, il revient pas à l'autre borne du GBF.

P : Viens, explique. Toi, tu dis que quand le courant arrive à la deuxième diode qui est bloquée...

E2 : Le courant ne peut pas passer et il ne revient pas.

P : Le problème, dans votre montage, c'est que le courant part du GBF mais n'y revient jamais.

E3 : C'est pas possible, il faut que ça revienne au départ !

P : La deuxième diode, elle se comporte comment ?

E4 : Comme un interrupteur ouvert.

P : Aucune DEL ne va jamais s'allumer. Groupe 2, E5, dessine-nous ton montage et explique-nous comment ça marche.

E5 : Comme le courant est alternatif, s'il part dans ce sens, c'est cette diode qui s'allume, et dans l'autre sens c'est l'autre diode.

Reformulation de la proposition de l'élève

Ce n'est pas un réel débat entre les élèves : la discussion est toujours relancée par le professeur (sans doute un problème de coutume nouvelle : on voit que les élèves n'ont pas l'habitude de justifier leurs propositions et attendent toujours une sollicitation de l'enseignant).

Le montage proposé par l'élève peut fonctionner en clignotant, mais il y manque la résistance de protection.

<p>P : Donc, selon le sens du courant, c'est une diode ou l'autre. D'accord. Groupes 3 et 4 : ça ressemble au même montage. J'aimerais bien maintenant que vous tiriez parti des avantages et des inconvénients de ces deux montages pour essayer d'en faire un qui marche parfaitement.</p>	<p>Le professeur relance le problème à la classe.</p>
<p>E6 : On met une résistance dans le deuxième montage.</p>	
<p>P : Pourquoi ?</p>	
<p>E6 : Parce que, sinon, les DEL elles vont griller.</p>	<p>Il faut régulièrement solliciter les élèves pour qu'ils argumentent leurs réponses.</p>
<p>P : Cette résistance de protection, vous la mettez où ?</p>	
<p>E7 : Avant les diodes.</p>	
<p>P : Pourquoi ?</p>	<p>Nette manifestation, chez l'élève, du raisonnement séquentiel à partir du moment où il explicite les raisons de son choix.</p>
<p>E7 : Parce qu'il faut diminuer l'intensité avant les diodes.</p>	
<p>P : Tout le monde est d'accord ?</p>	<p>Le professeur relance la question à la classe.</p>
<p>E2 : Non, comme on est dans la même branche, le courant est le même partout.</p>	
<p>P : Voilà, on a vu ça au TP précédent. Tu as compris ?</p>	<p>Il n'est pas sûr que l'élève ait vraiment pris conscience de son raisonnement erroné.</p>
<p>E7 : Oui</p>	
<p>P : Maintenant, vous relevez le schéma complet choisi par la classe.</p>	

Commentaire du stagiaire :

"Décision finale prise par les élèves, mais j'ai orienté la discussion pour mettre en évidence les avantages et les défauts de chaque proposition."

ANNEXE 2

UN EXEMPLE DE DIALOGUE DE TYPE TUTELLE (SERGE)

Texte du dialogue de classe	Commentaires du chercheur
<p>P : Je veux maintenant que vous me calculiez la résistance à utiliser. Sur les deux schémas dessinés au tableau, est-ce que ça change quelque chose de mettre la résistance avant ou après la diode ? Non car l'intensité du courant est la même en tout point d'un circuit série.</p>	<p>Le stagiaire coupe court aux questions des élèves en donnant lui-même la réponse ; il n'est pas possible aux élèves d'exprimer leurs conceptions du courant.</p>
<p>Alors, comment faire pour calculer R ?</p>	
<p>E : ...</p>	
<p>P : Que vaut U du générateur ?</p>	
<p>E : ...</p>	
<p>P : + ou - 6 volts ?</p>	
<p>E1 (puis les autres) : + 6 volts.</p>	<p>Le professeur met les élèves sur la voie en leur suggérant deux réponses possibles.</p>
<p>P : La flèche de tension de la diode doit toujours être opposée à celle de l'intensité la traversant, comme pour un conducteur ohmique et on prend la tension de seuil aux bornes de la diode. Qu'est-ce qu'on a encore comme valeurs ?</p>	<p>Rappel des conventions d'orientation permettant d'appliquer les lois apprises en cours</p>
<p>E1 : I.</p>	<p>Les élèves répondent de façon très brève (acceptée par le professeur), utilisant les symboles (comme d'ailleurs le professeur lui-même, dès la première phrase).</p>
<p>P : On prend 20 mA ; ça fait combien d'ampères ?</p>	
<p>E (tous) : 0,02 A.</p>	
<p>P : Avec ces valeurs, vous devez me trouver R ; comment fait-on ?</p>	<p>Le professeur fait préparer le calcul en prenant dès le départ la bonne unité.</p>

E2 : Loi d'Ohm.	Le calcul, ainsi préparé, donnera le bon résultat, mais ne permettra pas aux élèves d'exprimer leurs erreurs éventuelles.
P : Oui, $U = RI$; aux bornes de quoi ?	
E2 : Du générateur.	Guidage par mimique du professeur
P : mmmmm	Rappel de la signification des symboles et des conventions sur lesquelles l'accent est mis systématiquement.
E2 : Euh, de la résistance.	Un élève n'a pas réalisé le pourquoi des rappels sur les conventions de signe.
P : $U = RI$, c'est toujours aux bornes d'une résistance, on va la noter U_1 ; U_1 et I ont des flèches de sens opposé.	
E3 : Vous pouvez répéter ?	Le professeur resserre le guidage en donnant lui-même les indices pour différencier les symboles des tensions.
P : J'ai dit qu'on a vu dans le cours $U = RI$ et pour appliquer $U = RI$, il faut que les flèches de U et de I se croisent	
E3 : Ah oui.	Un élève prend l'initiative.
P : On va noter cette tension U_1 car on a déjà U pour le générateur.	Le professeur lui fait expliciter son calcul pour relancer le guidage au reste de la classe.
E2 : On a $U_1 = RI$, on a deux inconnues.	
E4 : Il faut calculer U_1 ; c'est $6 - 1,8$.	Les élèves usent d'une coutume (qui se retrouve aussi dans le reste de la transcription) où ils ont l'habitude de compléter les phrases de l'enseignant ; certaines expressions qu'ils complètent d'eux-mêmes établissent un rite dans l'interaction.
P : D'où tu sors ça, c'est une loi qui s'appelle la loi...	
Les élèves : D'additivité de tensions.	
P : Valable quand on a un circuit...	
Les élèves : série.	
P : Donc donne-moi la relation entre U , U_1 et U_{seuil} .	

<p>E4 : U_1 égale $U - U_s$.</p> <p>P : C'est ça la solution ; on sait que $U_1 = RI$, on en déduit $RI = U - U_s$ d'où $R = \frac{U - U_s}{I}$ c'est clair pour tout le monde ? Il faut vous habituer à tripa-touiller les grandeurs.</p> <p>Application numérique : pour trouver une valeur de la résistance, la tension doit être exprimée en...</p> <p>E : Volts.</p> <p>P : Et l'intensité en ampères ; et la résistance ?</p> <p>E : En ohm.</p> <p>P : Le résultat ?</p> <p>E : 210 Ω.</p>	<p>Le professeur fait lui-même le reste du calcul, laissant aux élèves le soin de faire l'application numérique ; il semble très pressé par le temps.</p> <p>Nouveau rappel pour guider l'application numérique : les élèves n'ont, à aucun moment, la possibilité de se tromper.</p>
--	---

Commentaire du stagiaire :

"Calcul très guidé par manque de temps. Si c'était à refaire, je laisserais l'initiative aux élèves, dans une heure de cours."

D'UNE RECHERCHE INTER-DIDACTIQUE MATHÉMATIQUES/PHYSIQUE À UN PROJET DE FORMATION INITIALE DES PROFESSEURS DE COLLÈGES ET LYCÉES

Didier MALAFOSSE
Alain LEROUGE

Ayant constaté que les professeurs de collèges et de lycées qui enseignent les mathématiques ou les sciences physiques manquent de repères professionnels pour penser les continuités et les ruptures entre ces deux disciplines, nous avons décidé de modifier leur programme de formation initiale. Le dispositif innovant que nous proposons dans notre IUFM repose sur un modèle inter-didactique d'analyse des processus de conceptualisation basé sur les notions de cadre de rationalité, de registre sémiotique et d'espace de réalité. Nous présentons ici ce modèle et ses trois composantes, puis à partir de la critique d'une formation didactique monodisciplinaire, nous développons, en en justifiant l'intérêt, les divers éléments du nouveau dispositif de formation que nous expérimentons aujourd'hui.

1. INTRODUCTION

antagonismes de
conceptions entre
enseignants
de mathématiques
et de physique

Dans un précédent article de la revue (Malafosse et Lerouge, 2000), nous exposons la problématique autour de laquelle s'organisent une partie des travaux de notre groupe de recherche (1). En partant d'un exemple, celui de la proportionnalité et de sa représentation cartésienne, nous mettons en évidence le fait que les professeurs stagiaires (PLC2) de mathématiques et ceux de sciences physiques s'opposent par leurs conceptions à propos d'objets conceptuels tels que la droite ou le point, notamment en ce qui concerne leur relation à la réalité. Les procédures de traitement des données graphiques et les procédures de validation (statut de la "preuve graphique") sont aussi souvent en totale contradiction. Nous montrons que, rarement conscients de ces divergences, les professeurs stagiaires manquent de repères pour penser les continuités et les ruptures entre leurs deux disciplines, ce qui se traduit par une incapacité à interpréter certaines diffi-

(1) Le groupe GRIMP (Groupe de Recherche en Inter-didactique des Mathématiques et de la Physique), localisé sur l'IUFM de l'Académie de Montpellier, fait partie de ERES (Équipe de Recherche sur l'Enseignement des Sciences.) Il est constitué, pour partie, d'enseignants et d'enseignants-chercheurs exerçant une part de leur service en formation initiale des professeurs stagiaires de mathématiques et de sciences physiques.

cultés d'élèves, comme celles qui apparaissent au moment de l'étude expérimentale de la loi d'Ohm. Ceci nous avait amenés à présenter quelques éléments d'un modèle théorique que nous avons élaboré (Malafosse, Lerouge, Dusseau, 2000) pour pouvoir analyser ces antagonismes, en permettant de conduire l'analyse des processus de conceptualisation du point de vue de l'inter-didactique mathématiques/physique.

Dans le présent article, nous présentons un projet innovant de formation des professeurs stagiaires de mathématiques et de sciences physiques, aujourd'hui en cours d'expérimentation à l'IUFM de l'Académie de Montpellier. La nécessité, en formation, de ce dispositif qui tente d'intégrer notre modèle, s'est imposée à nous pour répondre aux demandes pressantes d'aide des jeunes enseignants dont nous avons la responsabilité (2). Sa présentation est l'occasion de rendre compte du travail qui a été nécessaire pour faire passer notre modèle d'analyse inter-didactique des processus de conceptualisation, du domaine de la recherche à celui de la formation.

un modèle
théorique que
l'on fait passer
du domaine
de la recherche
à celui de
la formation

Dans un premier temps, nous exposons les grandes lignes de notre modèle, en cherchant à mettre en évidence son double intérêt :

- comme outil d'analyse des conceptions des professeurs stagiaires ;
- comme élément du corpus de connaissances à ajouter à la formation initiale des professeurs de mathématiques et de sciences physiques.

Dans un second temps, nous faisons une critique du dispositif actuel de formation des PLC2 et nous décrivons les modalités de mise en œuvre du nouveau dispositif de formation.

2. LE MODÈLE THÉORIQUE : OUTIL D'ANALYSE DES CONCEPTIONS DE PLC2 ET ÉLÉMENT DU CORPUS DE CONNAISSANCES DE LEUR FORMATION

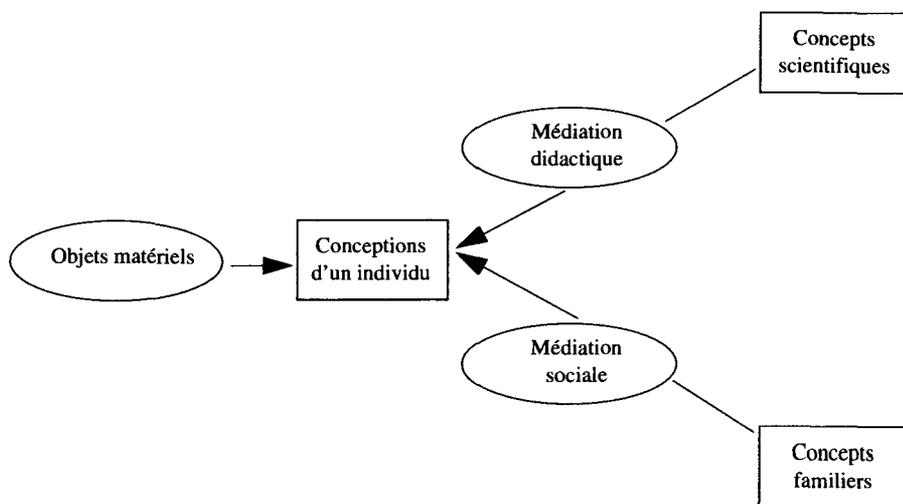
Le modèle d'analyse des processus de conceptualisation que nous avons élaboré repose sur un pré-modèle (Malafosse, 1999) inspiré des travaux de Balacheff (1995) distinguant, dans une perspective socio-constructiviste (Piaget, 1971 ; Bruner, 1991), les concepts, les connaissances, et les conceptions, et tenant compte aussi de la dualité scientifique/quotidien (Vygotski, 1934) des concepts. Dans ce modèle, les conceptions d'un individu (et en particulier celles d'un élève

les trois
sources de la
conceptualisation

(2) Alain Lerouge a assuré pendant 8 années la fonction de coordonnateur académique de la formation des PLC2 de mathématiques de l'IUFM de l'Académie de Montpellier. Didier Malafosse assure cette même responsabilité auprès des PLC2 de sciences physiques depuis 1993.

ou d'un professeur stagiaire) apparaissent comme le produit d'interactions avec les objets matériels de la réalité, avec les concepts scientifiques (via la médiation didactique) et avec les concepts familiers (via la médiation sociale) (Cf. document 1).

Document 1. Les trois sources de la conceptualisation



Cette triple origine de la conceptualisation (3) nous a amenés à nous intéresser aux structures dans lesquelles s'élaborent les concepts scientifiques ou familiers d'une part, et les conceptions, d'autre part, d'où l'invention de la notion de cadre de rationalité (Lerouge, 2001). Ensuite, pour tenir compte du statut particulier des objets réels dans la formation des conceptions, nous avons dû adjoindre à la notion de cadre de rationalité celle d'espace de réalité (Malafosse, 1999). Enfin, sensibles à l'approche sémiotique de Duval (1996), qui pose la nécessité de distinguer les productions cognitives (concepts et conceptions) des représentations qui en sont faites, nous avons fait appel à la notion de registre sémiotique (Duval, 1996). C'est sur ces trois piliers que nous allons présenter plus en détail, que repose notre modèle d'analyse des processus de conceptualisation.

(3) Nous préférons le terme de conceptualisation plutôt que celui de conceptualisation, dans la mesure où l'on s'intéresse à la construction des conceptions plutôt qu'à celle des concepts.

la notion
de registre en
didactique des
mathématiques

2.1. Registre sémiotique et congruence sémantique

La notion de registre sémiotique s'impose en didactique des mathématiques et en didactique de la physique, si l'on considère comme nécessaire la distinction entre un objet conceptuel (Bunge, 1983) et les diverses représentations sémiotiques nécessaires à la fois pour le désigner et le manipuler intellectuellement. Par exemple la droite (au sens d'Euclide) peut être représentée au collège par un trait droit et cette représentation graphique est nécessaire à l'élève pour la conceptualiser. Mais les mathématiciens savent bien que la droite ne peut être confondue avec ce trait. En effet, l'objet mathématique sur lequel s'appuie le processus de conceptualisation n'a pas de réalité matérielle. Considérant cette distinction entre un objet conceptuel et sa représentation sémiotique comme "*un point stratégique pour la compréhension des mathématiques*" (Duval, 1993, p. 37), Duval a développé une approche sémiotique de la construction des connaissances en mathématique. Elle repose sur la notion de registre sémiotique qu'il définit (Duval, 1996, p. 356) comme un système de signes doté des trois "*fonctions cognitives fondamentales*" : la "*fonction de communication*", la "*fonction de traitement*" (c'est-à-dire la transformation de la représentation sans changer de système sémiotique), et la "*fonction d'objectivation*" (permettant à la fois la prise de conscience de l'existence de la représentation en tant que telle, et sa conversion dans un autre système sémiotique). Ainsi, les activités en classe de mathématiques nécessitent le recours aux registres de la langue naturelle, de l'écriture symbolique, du graphique cartésien, des figures géométriques, des tableaux de données, etc.) et leur mise en œuvre coordonnée permet de réaliser les traitements cognitifs de la manière la plus économique possible.

Pour Duval, la nécessité de coordination est imposée par une autre raison beaucoup plus fondamentale liée à la construction des connaissances. En effet, "*la compréhension (intégrative) d'un contenu conceptuel repose sur la coordination d'au moins deux registres de représentation, et cette coordination se manifeste par la rapidité et la spontanéité de l'activité de conversion [...mais] cette coordination est loin d'être naturelle*" (Duval, 1993, p. 51). Il montre ainsi que le fait de mettre en correspondance le signe du coefficient directeur d'une droite dans le registre de l'écriture formelle des fonctions et le sens de l'inclinaison de cette droite dans le registre graphique établit une congruence entre les deux registres qui facilite l'appropriation du concept de croissance. C'est pour cette raison que Duval recommande de travailler sur la mise en congruence sémantique d'unités significatives entre divers registres pour permettre l'activité de conversion. Sans ces correspondances, il y a un cloisonnement des registres chez les élèves "*qui ne reconnaissent pas le même objet à travers des représentations qui en sont données dans des systèmes sémio-*

tiques différents : l'écriture algébrique d'une relation et sa représentation graphique" (Duval, 1993, p 52), par exemple.

Les notions de registre sémiotique et de congruence sémantique présentent donc un grand intérêt dans l'analyse didactique de certaines difficultés rencontrées par les élèves et constatées par les professeurs de mathématiques. Mais elles peuvent aussi être mises en œuvre en didactique de la physique. En effet, nos travaux (Malafosse & Lerouge, 2000) nous ont permis de montrer que les activités cognitives en physique nécessitent aussi la mise en œuvre coordonnée de divers registres (la langue naturelle, l'écriture symbolique, le graphique cartésien, les figures géométriques, les tableaux de données, etc.), même si les règles de traitement dans ces registres dépendent de la discipline. Ils nous ont aussi permis de constater que des problèmes liés à l'absence de congruence sémantique existent aussi dans les activités de classe de physique.

le registre :
une notion
pertinente aussi
en didactique
de la physique

Registres sémiotique et congruence sémantique étant donc des notions pertinentes en didactiques des mathématiques et de la physique, elles peuvent être considérées, déjà, comme des objets d'étude intéressants dans le cadre d'une formation professionnelle mono-didactique de professeurs stagiaires. Néanmoins, c'est dans l'approche inter-didactique des processus de conceptualisation que se révèle un nouvel intérêt de la notion de registre sémiotique, lié à la particularité disciplinaire des règles de traitement à l'intérieur des registres sémiotiques. En effet, comme nous l'avons montré (Malafosse et Lerouge, 2000), la nature des disciplines influe sur les règles de construction des représentations sémiotiques. Par exemple, on ne peut pas réaliser, dans le registre graphique utilisé en classe de physique, certaines opérations qui sont permises dans le registre graphique utilisé en classe de mathématiques. Il y a donc rupture entre les règles de traitement de registres utilisés dans des disciplines différentes, ce qui constitue la source de difficultés d'élèves contraints de réaliser des traitements avec deux jeux de règles incompatibles, voire contradictoires. La notion de registre sémiotique présentée initialement comme un élément d'une formation didactique disciplinaire peut donc se révéler encore plus pertinente dans le cadre d'une approche inter-didactique de la formation professionnelle. Mais pour pouvoir identifier ce qui, au niveau des règles de construction des représentations sémiotiques, dépend des registres sémiotiques et ce qui dépend des disciplines, le chercheur, comme le professeur stagiaire ont besoin de deux autres notions, celle de cadre de rationalité initialement proposée par Lerouge (1992) et celle d'espace de réalité imaginée par Malafosse (1999).

2.2. Cadre de rationalité

La notion de cadre de rationalité a été construite par Lerouge (1992) pour tenir compte de la dualité familier/scientifique

la notion
de cadre de
rationalité en
didactique des
mathématiques

mise en évidence par Vygotski (1934) au sujet des processus de conceptualisation. Mise en œuvre à propos du statut de la droite au collège (Lerouge, 1992), elle a permis de mettre en évidence des contradictions dans les conceptions des élèves, qui ont alors pu être analysées en termes de rupture de rationalité entre le familier des élèves et le culturel mathématique qui leur est enseigné. Dans ce cas particulier, le cadre de rationalité familier se trouve fondamentalement en rupture avec celui des mathématiques. En particulier, si le registre sémiotique des figures géométriques intervient dans les deux cadres, il ne renvoie pas du tout aux mêmes signifiés. Dans le premier cadre, la droite est identifiée au trait droit dessiné avec la règle, alors que dans le second, il s'agit d'un objet conceptuel inconnu, de nature idéale, que le trait droit sert à conceptualiser. Mais l'intérêt de la notion de cadre de rationalité réside aussi dans son aptitude à être étendue au cas de l'interdisciplinarité en permettant une analyse en termes de continuités et de ruptures de rationalité entre le cadre familier et les divers cadres (mathématique, physique, etc.) qui participent à la construction d'un concept en milieu scolaire.

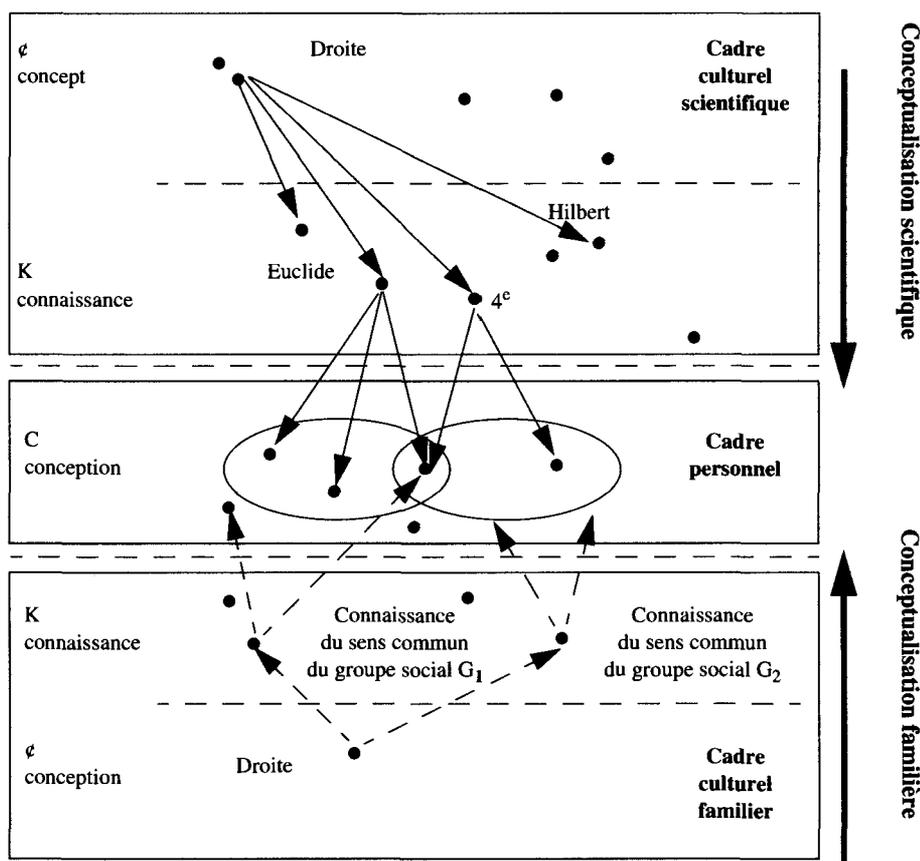
une notion
pertinente
aussi en
inter-didactique

Pour identifier les particularités liées à la rationalité du sens commun et à celles des mathématiques et de la physique, nous avons défini la notion de cadre de rationalité comme un ensemble cohérent de fonctionnement de la pensée culturelle ou personnelle, caractérisé par quatre composantes : l'ensemble des "*objets conceptuels*" sur lequel porte la conceptualisation, le type de processus de validation, les éléments de rationalité (règles de traitement et de validation), et enfin, les registres sémiotiques qui servent de support à la conceptualisation et à la communication. La notion de cadre de rationalité permet, alors, de distinguer des cadres culturels familiers et scientifiques, d'une part, des cadres personnels, d'autre part. On peut ainsi interpréter en terme de rupture de rationalité, aussi bien certaines difficultés d'élèves (Malafosse, 1999), que les contradictions relevés entre les conceptions des professeurs stagiaires de mathématiques et de sciences physiques à propos d'objets conceptuels et de procédures communs (Malafosse et Lerouge, 2000). Par exemple, dans ce dernier cas, les antagonismes constatés au niveau des conceptions des PLC2 des deux communautés résultent, pour une part, de l'histoire personnelle des individus qui, à quelques rares exception près, ont une culture fortement dominante. Ainsi, le professeur de mathématiques, de par sa formation universitaire, a un cadre personnel des mathématiques relativement homomorphe au cadre culturel des mathématiques. Par exemple, ses conceptions à propos du concept "droite" sont construites en référence à des connaissances institutionnellement reconnues par la communauté des mathématiciens, comme la droite d'Euclide ou celle de Hilbert. Par contre, son cadre personnel de la physique est le plus souvent fortement imprégné de sens commun

homomorphisme
cadre personnel/
cadre culturel
dominant pour
l'enseignant

(Viennot, 1996). Il en est, bien sûr, de même pour l'enseignant de physique dont le cadre personnel de la physique est relativement homomorphe au cadre culturel de la physique mais dont le cadre personnel des mathématiques est hétéromorphe au cadre culturel des mathématiques. Par exemple, sa conception de la droite est inspirée par des connaissances du sens commun. Ainsi, du fait de la dualité scientifique/familière de la conceptualisation, les connaissances des professeurs de mathématiques et de physiques et de physiques à propos de la droite sont souvent opposées (Cf. document 2).

Document 2. Dualité scientifique/familière des processus de conceptualisation

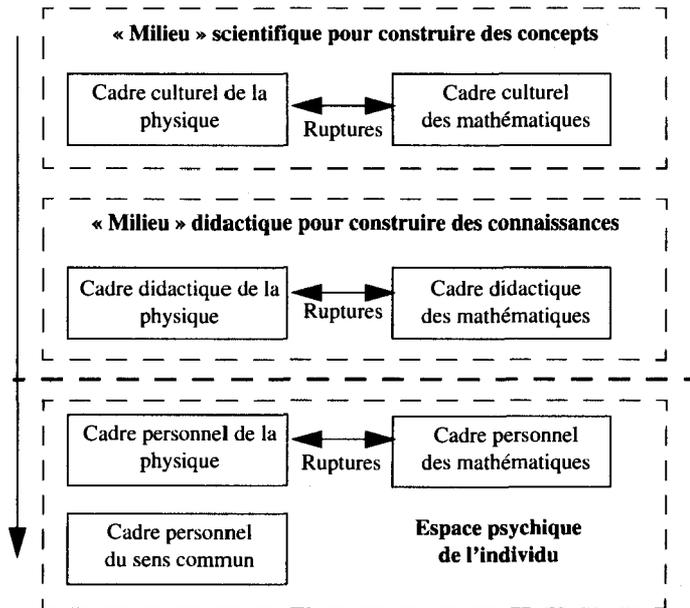


Les antagonismes repérés au niveau des conceptions des professeurs stagiaires ont aussi une autre origine qui doit être recherchée dans l'analyse épistémologique comparée des cadres culturels de rationalité de mathématiques et de physique. En effet, si l'on retient qu'un cadre culturel de ratio-

nalité est un système cohérent de fonctionnement de la pensée caractérisé par un ensemble de concepts, un ensemble d'éléments de rationalité et un ensemble de registres sémiotiques, force est de constater qu'il existe entre le cadre culturel des mathématiques et celui de la physique des ruptures au niveau de chacun des éléments d'identification des cadres de rationalité. Nos travaux (Malafosse et Lerouge, 2000) montrent que ces ruptures se retrouvent ensuite au niveau des connaissances à enseigner et donc des conceptions des enseignants, dans ce que nous appelons des cadres culturels (Malafosse, 1999) (Cf. document 3).

ruptures
entre les cadres
de rationalité des
mathématiques
et de la physique

Document 3. Transposition de ruptures entre les concepts scientifiques et les conceptions de l'enseignant



Par exemple, certains concepts appartenant à la fois au cadre culturel des mathématiques et à celui de la physique diffèrent par leurs définitions (c'est le cas pour la droite qui peut être hilbertienne en mathématique, mais qui est la plupart du temps euclidienne en physique) ou par leur sens (la notion d'infini géométrique n'est pas la même dans les cadres culturels de la physique et des mathématiques). De même, les procédures de validation qui conduisent à une preuve (Balacheff, 1988) diffèrent fortement. Enfin, nous avons montré (Malafosse, 2002) que la structure de registre sémiotique est instable dans l'opération de changement de cadre, les règles de traitement changeant suivant la nature des éléments

sémiotiques mis en œuvre. Par exemple, certaines règles de combinaison de données numériques dans un tableau de données mathématiques ne peuvent pas être appliquées à des données numériques dimensionnées comme on en trouve souvent dans les tableaux de mesures physiques.

En formation, la notion de cadre de rationalité présente de l'intérêt, à la fois dans les approches mono et inter-didactiques. Dans le premier cas, elle permet de modéliser les processus de conceptualisation à propos de concepts tels que la droite en mathématique au collège (Lerouge, 1992), ou la résistance électrique en physique (Malafosse, 1999). Dans cette approche, les cadres de rationalités pertinents sont le cadre personnel propre à chaque individu (dans lequel sont élaborées les conceptions inspirées à la fois par l'expérience personnelle, par la médiation de l'institution scolaire et de l'environnement social de l'individu), le cadre familial et le cadre culturel (4) dominant (celui des mathématiques ou celui de la physique). Dans l'approche inter-didactique, on doit distinguer en plus le cadre culturel de la physique de celui des mathématiques et centrer son analyse sur la recherche de ruptures de rationalité pour analyser les processus de conceptualisation.

le cadre
de rationalité :
une notion
intéressante en
formation

2.3. Espace de réalité

L'identification des éléments caractéristiques des cadres de rationalité culturels des mathématiques et de la physique nous a amenés à réfléchir au statut des objets conceptuels manipulés dans les deux disciplines. Au niveau des professeurs stagiaires, il semble qu'un consensus soit établi attribuant aux objets mathématiques un statut particulier lié à leur nature idéale, et aux objets physiques un statut matériel. Cette distinction naïve a des conséquences d'un point de vue didactique. Ainsi, pour Duval (1993, p. 38), "*c'est seulement par le moyen des représentations sémiotiques qu'une activité sur des objets mathématiques est possible*", puisque "*les objets mathématiques ne sont pas directement accessibles à la perception, ou dans une expérience intuitive immédiate, comme le sont les objets communément dits "réels" ou "physiques"*". Pourtant Lerouge a montré (1992) que les difficultés de conceptualisation rencontrées par les élèves de collège sont dues, en particulier, à une rupture de nature entre l'objet "*droite matérielle*" constitué par le trait de crayon du cadre familial de l'élève et l'objet "*droite idéale*" du cadre culturel des mathématiques. De la même manière, une analyse des processus de conceptualisation en physique montre que cette

pour distinguer
les objets de
la réalité
des concepts
culturels

(4) Il s'agit en fait de cadres de rationalité didactiques dans lesquels les objets conceptuels, les règles de traitement, les théories, etc. sont obtenus par transposition didactique des savoirs savants des cadres culturels scientifiques (Malafosse 1999).

opposition entre les objets "idéels" des mathématiques et les objets dits "matériels" de la physique est dépassée. La distinction entre les "objets de la réalité" et les "objets du physicien" devient alors nécessaire. En effet, si l'on se place dans l'hypothèse épistémologique (partagée de façon implicite aussi bien par les élèves que par la majorité des enseignants de physique) d'un matérialisme réaliste (Planck, 1933), on peut affirmer que le physicien manipule des objets réels. Mais, le physicien est très rapidement amené à quitter le domaine de l'expérimentation sur les objets de la réalité pour raisonner sur des "objets" de nature très différente tels que la résistance du composant électrique, sa courbe caractéristique tension-intensité, etc. Le mot "résistor" par exemple désigne, non pas l'objet matériel "composant électrique", mais la classe des objets ayant la propriété de respecter la loi d'Ohm. La difficulté à toujours distinguer les objets réels des objets abstraits est si grande que le physicien arrive souvent à les confondre, tout au moins dans son discours. Le mot résistance n'est-il pas couramment utilisé par les enseignants (et même dans l'intitulé des programmes) pour désigner à la fois le composant électrique réel, la classe des résistors, la grandeur physique obtenue par le rapport d'une tension à une intensité et enfin la mesure de la quantité physique repérée par la valeur numérique du coefficient R d'un résistor donné ?

contradictions
entre la vision
matérialiste
du monde et
l'approche
conceptuelle
des sciences

Les professeurs stagiaires que nous avons en formation, de par leur formation universitaire, ne semblent pas conscients du fait que l'élève en phase de conceptualisation est en permanence en train de conjuguer des approches contradictoires fondées sur des visions matérialiste et idéaliste des concepts. Au delà d'une réflexion épistémologique sur la nature des objets conceptuels propre à chaque cadre de rationalité culturel, une réflexion didactique s'impose pour permettre de mettre en évidence la complexité des processus de conceptualisation. On voit donc que la notion d'espace de réalité peut aussi être introduite, dans un premier temps, par une approche mono-didactique d'analyse des processus de conceptualisation, que ce soit pour la formation des professeurs de sciences physiques ou pour celle des professeurs de mathématiques.

3. POUR UNE MODIFICATION DE LA FORMATION DES PLC2 DE MATHÉMATIQUES ET DE SCIENCES PHYSIQUES

3.1. Critique d'une formation didactique exclusivement mono-disciplinaire

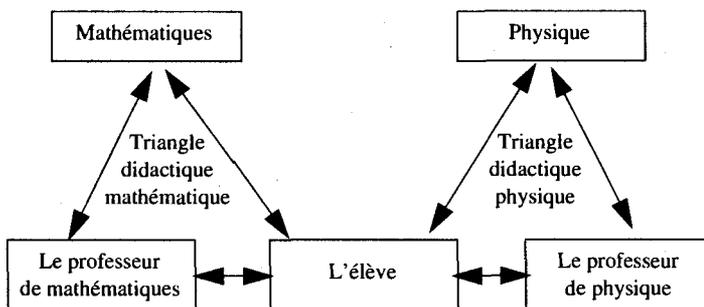
Notre activité de formateur en IUFM nous a permis de prendre conscience de l'importance des difficultés des professeurs stagiaires, liées à une absence de repères professionnels pour

conséquences
d'une formation
monodidactique
des enseignants

penser ces continuités et ruptures entre les mathématiques et la physique. Par exemple, le professeur stagiaire de sciences physiques s'étonne lorsque les élèves n'arrivent pas à déterminer l'équation d'une droite ou la valeur d'un coefficient directeur à partir de quelques points de mesure à peu près alignés. Il ignore que l'activité attendue va à l'encontre des règles édictées en mathématiques obligeant les élèves à recourir à une démarche algébrique portant sur la droite en tant qu'objet géométrique continu. Il en va de même pour les procédures de validation d'alignement fondée sur l'interprétation graphique en physique et sur une démonstration formelle en mathématique. Les exemples de difficultés professionnelles sont nombreux et révèlent la nécessité d'une formation apportant aux stagiaires des deux disciplines des outils professionnels inter-didactiques. De plus, notre vision constructiviste de la construction des connaissances impose que ces apports ne se fassent qu'après la prise de conscience par les stagiaires de leur nécessité. Or les dispositifs de formation initialement proposés en IUFM ne nous semblent permettre ni la prise de conscience par les professeurs stagiaires de la nécessité d'outils inter-didactiques, ni la mise en œuvre de ces outils dans des situations professionnelles concrètes. En effet, même s'ils tiennent compte, par l'intermédiaire d'éventuels parcours personnalisés, de l'histoire du futur professeur, les dispositifs de formation en IUFM présentent le défaut d'une centration excessive sur une approche disciplinaire de nature culturelle en première année (préparation aux concours du CAPES ou de l'Agrégation), puis de nature professionnelle en deuxième année, que ce soit au niveau des stages sur le terrain ou à celui des modules de formation didactique dispensés. Car, il faut bien l'admettre, les formations en didactique reposent plus ou moins implicitement sur une approche disciplinaire héritée de l'origine même de ces didactiques et qui prévaut encore aujourd'hui. Ainsi, Chevallard, Bosch et Gascon (1997) proposent de concevoir la didactique des mathématiques comme la science de l'étude et de l'aide à l'étude des questions de mathématiques. Si une définition analogue est prise pour la didactique de la physique, comment aborder la question de la coexistence ou du partage des didactiques disciplinaires dans l'analyse de certaines activités scolaires faisant intervenir des concepts dont l'appartenance à une discipline particulière ne semble pas exclusive : par exemple, les problèmes de proportionnalité, dont Bosch (1994) reconnaît que l'étude en mathématique ne se fait plus en référence à un savoir savant, mais plutôt à un ensemble de pratiques ? Il faut donc admettre que les activités mathématiques et physiques nécessitent le recours à un fond commun de notions, de procédures et d'instruments. Les formations didactiques en IUFM qui restent essentiellement disciplinaires doivent donc en tenir compte et être adaptées pour que l'élève ne soit pas tiraillé entre deux triangles didactiques, celui des mathématiques et celui de la physique (Cf. document 4).

l'élève tiraillé
entre
deux cadres
culturels

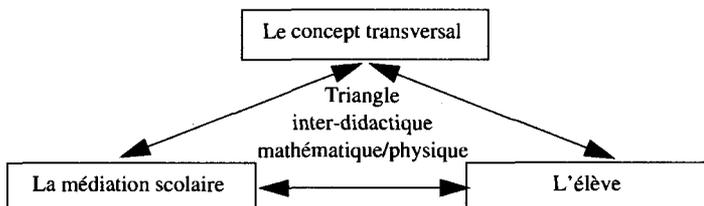
Document 4. Approche mono-disciplinaire d'analyse didactique des processus d'enseignement/apprentissage



Il ne nous semble donc plus acceptable de proposer une formation initiale ayant pour effet de limiter la capacité des professeurs de mathématiques et de sciences physiques à prendre conscience des spécificités disciplinaires des savoirs savants (analyse épistémologique), des connaissances à enseigner (production de savoir à enseigner) et des outils et méthodes d'analyse de leurs pratiques professionnelles. C'est à cette fin que nous proposons de réserver pendant la deuxième année un espace de formation professionnelle inter-didactique mathématiques/physique, à ne pas confondre avec la formation générale déjà mise en place sur les bassins de formation. L'objectif que nous lui assignons est multiple. D'une part nous attendons que les professeurs stagiaires prennent conscience de la spécificité disciplinaire de leurs conceptions à propos de concepts et de procédures qui dépassent le cadre de leurs disciplines. Nous espérons ainsi les rendre demandeurs d'outils inter-didactiques d'analyse de leurs pratiques professionnelles. Enfin, en leur proposant les moyens et les situations réelles de mises en œuvre de ces moyens, nous souhaitons développer leur goût et leur aptitude à conduire une analyse co-disciplinaire de difficultés d'apprentissage en plaçant l'élève au centre d'un triangle inter-didactique mathématiques/physique (Cf. document 5).

Document 5. Le triangle inter-didactique mathématique/physique

approche
inter-didactique
des processus de
conceptualisation



3.2. Les grandes lignes du dispositif de formation inter-didactique

Le dispositif que nous proposons aux professeurs stagiaires de mathématiques et de sciences physiques de notre IUFM, est constitué de quatre phases dont certaines ont déjà été expérimentées sur de précédentes promotions, dans des modules de formation mono-didactique. Les premiers résultats nous ont semblé suffisamment prometteurs pour que nous envisagions de les reconduire dans un ensemble plus global. La phase initiale du dispositif consiste en la présentation aux stagiaires des deux disciplines, dès le début de l'année et dans le cadre de formations isolées à dominante disciplinaire, de notions issues des didactiques des mathématiques et de la physique indispensables pour constituer un fond commun nécessaire au moment du rapprochement des deux groupes de stagiaires. La deuxième phase, quant à elle, se déroule en milieu d'année universitaire, sous forme d'une rencontre-débat entre PLC2 des deux disciplines pour faire émerger leurs conceptions sur des objets conceptuels et des procédures de traitement et de validation communs appréhendés en tant qu'objets d'enseignement. Cette étape, qui sert de révélateur d'un besoin non encore satisfait par l'approche mono-didactique, est prolongée par un ensemble de visites formatives, à visée inter-didactique, associant stagiaires de mathématiques et de sciences physiques pour conduire une analyse commune de pratiques de classe (c'est la troisième phase). Enfin, un séminaire est organisé pour structurer les divers apports théoriques inter-didactiques qui ont été distillés à l'occasion des deux phases précédentes.

un dispositif
expérimental
de formation

3.3. Première phase : présentation et mise en œuvre de notions didactiques communes

L'objectif de formation de cette phase initiale est de donner aux professeurs stagiaires des deux disciplines des outils communs qui leur permettront, le moment venu, d'analyser ensemble leurs conceptions à la fois au niveau de l'émergence (c'est la deuxième phase du dispositif) et au niveau de la mise en action sur le terrain (c'est la troisième phase).

Pour ce faire, nous admettons qu'il existe un fond de concepts, de modèles, de théories et d'instruments communs à plusieurs didactiques, ce que Caillot et Raisky (1996) appellent le "didactique". Nous postulons que ce fond est nécessaire aux stagiaires pour conduire des analyses mono-didactiques de pratiques professionnelles dans une discipline dont elles ne sont pas forcément issues. Nous posons aussi que, le moment venu, ce fond sera utile pour conduire des analyses de phénomènes d'enseignement/apprentissage de nature inter-didactique. C'est le cas par exemple de la notion de conception (Giordan & al., 1987), dont l'origine est plutôt à rechercher en didactique des sciences expérimentales.

des outils communs
aux didactiques des
mathématiques et
de la physique

tales, mais qui peut être utile pour analyser, au niveau de la mise en actes, comme de la mise en mots, les stratégies des élèves en classe de mathématique. C'est aussi le cas pour les notions de situation, de système et de contrat didactiques (Brousseau, 1986 ; 1990) qui constituent des piliers de la didactique des mathématiques et qui, depuis quelques années, sont aussi mises en œuvre en didactique de la physique (Tsoumpelis & Gréa, 1997). C'est aussi le cas pour des notions qui dépassent la dimension disciplinaire telles que celles de transposition didactique (Chevallard, 1985), de rapport au savoir, de situation-problème, etc.

Ce socle commun une fois constitué, nous présentons aux PLC2 notre modèle d'analyse des processus de conceptualisation en limitant, dans cette première phase, cette présentation à une dimension mono-didactique, et en la mettant en œuvre pour analyser des problèmes d'enseignement/apprentissage strictement disciplinaire. Par exemple, les notions de registre sémiotique et de congruence sémantique sont utilisées pour analyser des difficultés repérées en mathématiques à propos de l'acquisition du concept de croissance linéaire (Duval, 1988), et en sciences physiques à propos des changements de registres qui apparaissent dans la détermination graphique de lois expérimentales (Malafosse, 1999). De même, les notions de cadres de rationalité culturel et personnel sont exploitées pour étudier la rémanence de certaines conceptions. Enfin, on recourt à la notion d'espace de réalité pour interpréter les phénomènes de contagion de référent et de contagion de signifiant (Lerouge, 1992) à propos de l'intersection des droites en mathématiques ou pour interpréter, en physique, certaines difficultés liées à la détermination de la nature conductrice de certains objets (Malafosse, Lerouge et Dusseau, 2001). La présentation et la mise en œuvre de notre modèle permet ainsi aux enseignants intervenant dans les modules de didactique disciplinaire d'insister sur les aspects sémiotiques et épistémologiques de la discipline du stagiaire.

Néanmoins, comme un des objectifs finaux du dispositif est de préparer les futurs enseignants à conduire une analyse inter-didactique, il est nécessaire de profiter des nombreuses occasions rencontrées pendant le début de la formation pour développer, progressivement, une analyse épistémologique comparée des deux champs disciplinaires (par exemple, comparaison des statuts de fonction mathématique et de loi physique), et une analyse sémiotique comparée (par exemple, analyse comparée des règles de traitement des registres sémiotiques mis en œuvre en classes de mathématiques et de physique). Ainsi, la réflexion sur l'analyse des processus de conceptualisation développée dans la première phase de la formation pourra s'enrichir par le passage, en cours d'année de formation, de la perspective mono-didactique à la perspective inter-didactique. L'approche limitée, dans la première phase de la formation, à la dualité cadre de rationalité personnel/cadre de rationalité culturel (physique ou mathématique)

passage
d'une utilisation
mono
didactique à
une utilisation
inter-didactique
des outils

pourra devenir en temps voulu, trilogique en ajoutant une distinction entre cadres culturels mathématique et culturelle physique. Ceci permettra alors aux professeurs stagiaires d'interpréter, en fin de formation, les difficultés constatées d'élèves en terme de ruptures de rationalité entre les deux disciplines et d'envisager des remédiations qui n'auraient pu être imaginées par une analyse exclusivement mono-disciplinaire des processus d'enseignement/apprentissage.

3.4. Deuxième phase : rencontre-débat à propos d'objets conceptuels communs

Ce dispositif, dont Legrand (1988) a montré l'intérêt, a déjà été expérimenté dans le cadre de nos travaux de recherche pour faire émerger les conceptions des PLC2 de mathématiques et de sciences physiques à propos d'objets conceptuels et de procédure de traitement et de validation intervenant dans les deux disciplines. Il a été décrit et ses résultats ont été publiés dans un numéro précédent de la revue (Malafosse & Lerouge, 2000). Nous nous proposons de le reconduire, mais avec une visée formative et non plus de recherche, et cette reconduction nécessite une importante transposition. L'objectif est de faire prendre conscience aux stagiaires de la spécificité culturelle de leurs conceptions. Les fondements de la mise en œuvre de la stratégie retenue repose sur une triple hypothèse. La première, de nature épistémologique, pose l'existence d'un rapport différent à l'espace de réalité dans les deux disciplines, ce qui se traduit par des ruptures, tant au niveau des concepts qu'au niveau des procédures de raisonnement et de validation. La seconde, de nature sémiotique, concerne plus particulièrement le statut des représentations graphiques aussi bien dans leur fonction de représentation que dans celle de traitement. Enfin, la dernière hypothèse pose que le professeur stagiaire a des conceptions sur les objets et procédures à enseigner qui présentent avec les objets et procédures du savoir savant un homomorphisme conservant les ruptures culturelles interdisciplinaires. Pour mettre en évidence des écarts de conceptions entre les stagiaires des deux communautés, nous avons décidé de retenir le champ conceptuel de la proportionnalité qui est abordé en fin de collège dans les deux disciplines et qui nous paraît particulièrement marqué par ces ruptures. Le dispositif consiste alors à organiser, pendant une demi-journée, une rencontre entre une dizaine de PLC2 de mathématiques et autant de PLC2 de sciences physiques sous forme d'un débat à propos des divers éléments graphiques mis en œuvre dans le traitement des graphes cartésiens. La situation d'entrée dans l'activité consiste en un questionnaire relatif à la représentation cartésienne souvent utilisée par les élèves en fin de troisième, tant dans le cadre scolaire des mathématiques (représentation des fonctions) que dans celui de la physique (caractéristiques des résistors, etc.). Un débat est ensuite organisée autour de quelques questions-clés du dit questionnaire.

rencontre
entre
professeurs
stagiaires
de sciences
physiques et de
mathématiques

un débat
pour révéler les
contradictions
de conceptions

Nos expériences précédentes de ce dispositif nous ont montré que les professeurs stagiaires des deux communautés sont surpris de découvrir que leurs approches épistémologiques et didactiques sont très différentes. C'est, par exemple, le cas à propos du statut de la droite, qui, pour les mathématiciens, "*existe sans être représentée*", alors qu' "*elle n'est qu'un outil de travail*" sans existence propre pour les physiciens. Ces ruptures au niveau du statut des objets trouvent un écho au niveau des conceptions des enseignants des deux communautés sur les compétences scolaires espérées. Ainsi, les PLC2 attendent qu'en classe de mathématique, on pense d'abord la droite puis qu'on la visualise et que par déduction, on s'intéresse à ses points, alors qu'en classe de sciences physiques, ils attendent qu' "*on parte d'un nuage de points pour modéliser*" par induction. Bref, ces débats permettent de faire un inventaire des différences de conceptions des membres des deux communautés de stagiaires à propos des éléments sémiotiques intervenant dans les graphiques et à propos de leur utilisation en classe. Par cette prise de conscience, la confrontation devient un moyen de déstabiliser les professeurs stagiaires sur l'exclusivité de validité de leurs conceptions et de leurs objectifs professionnels et sur l'illusion de transparence de l'opération de changement de cadre de rationalité. En particulier, ils découvrent que la structure de registre sémiotique n'est pas stable pendant l'opération de changement de cadre de rationalité. Par ailleurs, ils réalisent qu'il existe des ruptures entre leur cadre personnel et le cadre culturel de la discipline qu'ils n'enseignent pas. Enfin, le débat est un moyen de mettre en évidence la nécessité de disposer de repères professionnels inter-didactiques pour ne pas tomber dans l'illusion de la transparence du changement de cadre de rationalité, et de les mettre en œuvre au cours d'une approche finalisée sous forme d'observation et d'analyse communes de séances de cours : c'est le dispositif des visites formatives à visée inter-didactique.

3.5. Troisième phase : les visites formatives à visée inter-didactique

L'objectif des visites formatives est de fournir aux stagiaires des situations pratiques pour conduire une analyse croisée de la pratique professionnelle. Le dispositif retenu est l'extrapolation à visée inter-didactique de celui mis au point par une équipe co-disciplinaire de l'IUFM de Montpellier, dans le cadre du projet ESTEREL (5) sur l'intégration de la formation par alternance. Il est appliqué depuis plusieurs années en formation des PLC2 de plusieurs disciplines de notre IUFM

(5) Étude Systémique des TERritoires Éducatifs Locaux : équipe de recherche co disciplinaire de l'IUFM de Montpellier.

(et en particulier pour les professeurs stagiaires de mathématiques et de sciences physiques) pour la visite qui se situe au début du stage en responsabilité, mais sa gestion n'était assurée, jusqu'à aujourd'hui, que dans une perspective mono-disciplinaire. Il a donné lieu à plusieurs publications (Lerouge, 2000a ; 2000b). Notre projet est donc de transposer, pour lui conférer une pertinence inter-didactique, un dispositif déjà rodé, le but étant d'intégrer les aspects didactiques (liés à deux disciplines différentes) et pédagogiques de la formation, en utilisant l'analyse de pratiques spontanées observées sur le terrain. La mise en œuvre de visites formatives dans le cadre d'une formation inter-didactique permet ainsi une approche à la fois co-disciplinaire et multi-référencée dans laquelle chaque champ théorique donne un regard spécifique sur la pratique, sans chercher à intégrer ces divers champs dans une matrice explicative unique. La visite formative devient alors un dispositif où se croisent des analyses didactiques habituellement isolées.

des visites
formatives
co-disciplinaires

La démarche consiste à dégager du cours d'action d'un professeur stagiaire des situations en actes, puis à développer sur ces situations un repérage professionnel théorique. La "visite formative" est construite autour d'une observation réalisée dans la classe d'un professeur stagiaire. Elle dure environ une demi-journée et se déroule sur trois phases : la préparation de l'observation, l'observation proprement dite, et l'analyse de la pratique observée. Cette observation donne lieu à un travail collectif d'analyse de pratique auquel participent six à huit personnes : le stagiaire accueillant qui fait la leçon, trois stagiaires observateurs, professeurs stagiaires de mathématiques, et autant de professeurs stagiaires de sciences physiques, le conseiller pédagogique du stagiaire accueillant, et deux formateurs qui animent le dispositif, l'un de physique et l'autre de mathématiques. La participation conjointe du conseiller pédagogique et des formateurs IUFM permet l'intégration de ce travail aux deux versants de la formation par alternance. L'ensemble s'inscrit dans une dynamique de formation réflexive du groupe des participants, tant pour celui qui fait la leçon que pour ceux qui l'observent. La leçon observée est préparée par le professeur stagiaire sur un thème proposé par l'équipe de formateurs et retenu pour son intérêt dans une approche inter-didactique mathématiques/physique. Ce choix d'une construction de séance en "solitaire" a certes le défaut d'être mal dévolue aux observateurs, mais il a surtout l'avantage de permettre d'analyser le cours d'action de l'enseignant en fonction de sa propre prévision en dehors de toute contrainte normative.

• *La préparation de l'observation*

L'entretien qui prépare l'observation a deux objectifs : permettre la dévolution de la séance prévue aux observateurs, et répartir les tâches d'observation. Ce travail doit se faire sans déstabiliser l'enseignant qui va faire la leçon, ce qui sup-

pose de baliser les échanges au niveau d'une prise d'information, en interdisant toute discussion critique sur les choix présentés. Dans un premier temps, le professeur stagiaire présente au groupe des observateurs sa séance sur la base du document ci-dessous (Cf. tableau 1).

Tableau 1. Document d'analyse des situations prévues et réalisées

Objectif de la séquence de référence Objectifs de la séance observée Types de situations prévues pour la séance	
Situation 1 de type...	
Prévision	Réalisation
Durée Objectifs Dispositif Points à observer	Durée Remarques

une visite en
trois temps :
préparation
de l'observation,
observation,
analyse
inter-didactique
de l'observation

En bandeau initial, ce document situe la séance dans la séquence de référence, puis rend compte en partie gauche de la prévision de l'enseignant, situation par situation. En partie droite, apparaît la réalisation qui sera renseignée par les observateurs. La rubrique "points à observer", invite l'acteur à faire part de ses interrogations prévisionnelles et à présenter sa réflexion sur des choix alternatifs. Cela l'amène à relativiser ses options, et à engager lui-même les observateurs à en vérifier l'efficacité dans l'action. La séance apparaît alors d'avantage comme la stabilisation nécessaire de choix professionnels à analyser, plutôt que comme un objet figé dont le concepteur supporterait mal la critique. Les tâches d'observation sont réparties sur la base de trois entrées que sont le fonctionnement du dispositif prévu, le jeu de l'enseignant dans ce dispositif, et enfin, l'observation de l'activité des élèves. Sur ces grands chapitres, chaque stagiaire spécifie ce qu'il envisage d'observer de manière plus particulière, et dont il rendra compte au groupe pour nourrir l'analyse qui suit la leçon. Le conseiller pédagogique et les formateurs IUFM n'ont pas de tâche d'observation préalablement assignée, leur rôle consistant essentiellement à repérer les noyaux autour desquels ils engagerons la démarche d'analyse.

• **L'observation**

Les stagiaires qui observent le fonctionnement du dispositif renseignent la partie droite du document que nous venons de décrire. En fonction de la problématique professionnelle développée par l'enseignant lors de la présentation de sa prévision, leur tâche consiste à repérer les écarts entre le prévu et le réalisé et à analyser ces écarts à la fois du point

de vue didactique et pédagogique. Parallèlement à cette observation du dispositif, d'autres observateurs se focalisent sur le comportement local et général de l'enseignant sur la base d'une grille qu'il a lui-même établie à partir de celle proposée dans "Observation et formation des enseignants" (Postic, 1977, p 244-245). Sur le fond et dans la forme, ce document est tout à fait personnalisé, chaque stagiaire étant libre de modifier tout ou partie des items du modèle, de telle sorte qu'il propose aux observateurs un document dont il accepte *a priori* l'utilisation pendant la visite qui le concerne. Enfin, l'enseignant indique aux observateurs deux ou trois élèves dont il pense intéressant d'observer le cours d'action pendant la séance. Chaque élève désigné est pris en charge par un observateur qui se positionne à proximité, sa tâche consistant à réaliser un relevé précis de son activité cognitive et de son comportement. Pratiquement, l'observation se fait sur la base d'un tableau identifiant les phases stabilisées du cours d'action de l'élève, au regard desquelles l'observateur propose des hypothèses explicatives à caractère didactique ou pédagogique.

une observation
guidée

• *L'analyse de l'observation*

Elle se déroule sur la base d'un protocole en cycles "action-modélisation" étayés par l'ensemble des données d'observation que nous venons de mentionner. Par cycle action-modélisation, nous désignons un temps d'analyse de la pratique constitué de deux phases : une phase d'analyse intrinsèque de l'action visant à expliciter l'organisation en acte de l'enseignant suivie d'une phase d'analyse extrinsèque (théorisation) de cette organisation visant à développer un repérage professionnel transférable. Sous peine de s'inhiber mutuellement, ces deux phases doivent être clairement balisées par les animateurs sur des temps différents de la démarche d'analyse. Tout particulièrement, il est essentiel de faire en sorte que les logiques d'action en situation puissent être explicitées. Cela interdit toute validation ou modélisation prématurées qui ne peuvent qu'occulter l'approche énoncée. Dans ce contexte, le rôle des animateurs est essentiel : ils doivent accompagner les échanges sur l'analyse intrinsèque de l'action jusqu'à ce qu'ils jugent qu'une structure didactique ou pédagogique en acte soit suffisamment cernée pour pouvoir être analysée de manière extrinsèque. L'objectif de la phase de modélisation est alors de dégager des repères professionnels transférables. La consigne est inversée : il ne s'agit plus d'entrer dans l'intrinsèque de l'action, mais de réagir par rapport à des "théories" personnelles que chacun applique à l'action pour en tenter une explication. Pour éviter d'inhiber cette démarche par un enfermement polémique avec l'acteur, on lui demande de ne pas intervenir, en lui assurant un temps de réaction groupée en fin du cycle d'analyse. Cette phase est un moment clé de l'étayage inter-didactique du transfert professionnel dans le sens où elle réalise l'intégration des connaissances théoriques

une succession
de cycles
d'action-
modélisation

de professeurs stagiaires de sciences physiques et de mathématiques à la pratique observée et explicitée. Néanmoins, une mise en place institutionnelle des éléments théoriques d'analyse inter-didactique des processus de conceptualisation est nécessaire. Elle est réalisée dans la quatrième et dernière phase du dispositif, sous forme d'une conférence co-assurée par les formateurs de didactique des mathématiques et par celui de didactique de la physique.

3.6. Quatrième phase : le séminaire inter-didactique

L'objectif de cette quatrième et dernière phase est de réunir, vers la fin de l'année de formation, les professeurs stagiaires des deux disciplines, pendant une journée, pour restructurer les divers apports théoriques distillés tout au long de l'année, dans le cadre théorique de l'inter-didactique mathématiques/physique.

Dans un premier temps, une analyse de cas est menée alternativement par les deux formateurs responsables de la formation des PLC2 des deux disciplines (un de mathématiques et un de sciences physiques), en partant d'exemples concrets relevés à l'occasion des visites formatives (phase précédente). C'est l'occasion de faire participer les stagiaires, tout en les contraignant à mettre en œuvre dans une perspective interdisciplinaire, les outils didactiques présentés pendant toute l'année.

Dans un deuxième temps, une synthèse est réalisée par un des deux formateurs pour replacer notre modèle d'analyse des processus de conceptualisation dans une perspective à la fois intégratrice et différenciatrice. Il met en exergue l'intérêt de connaître et de savoir utiliser des concepts didactiques élaborés dans différentes disciplines, mais en mettant en évidence les différences de rationalité de ces disciplines.

3.7. Évaluation

La fin du séminaire est consacrée, à l'aide d'un questionnaire distribué, à une évaluation par les stagiaires de ce dispositif expérimenté pour la première fois cette année, bien que certaines des phases qui le constituent aient été préalablement testées de façon autonome. Cet avis devrait nous aider à tirer, en fin d'année, un bilan de ce module innovant de formation. Il est en effet impossible de ce prononcer, aujourd'hui, à la fois sur la pertinence de l'analyse *a priori* sur laquelle il est fondé, et sur la pertinence des choix de situations didactiques retenues. Comme tout dispositif expérimental de formation, ce n'est qu'après analyse *a posteriori* qu'un bilan sérieux pourra être fait. Néanmoins l'accueil réservé par les stagiaires à la première phase du dispositif et à la présentation du projet nous semble très favorable.

4. CONCLUSION

le délicat
passage
d'un produit de
recherche à
un objet
d'enseignement

En conclusion, nous voudrions préciser notre position de chercheur-formateur en didactique qui pourrait apparaître comme confuse ou paradoxale à la lecture de cet article. Entre la posture du chercheur conduisant sa réflexion indépendamment des problèmes de formation, et celle du formateur devant répondre au quotidien et dans l'immédiateté à la demande des formés, s'établit une dialectique reposant implicitement sur deux principes. D'une part, en tant que chercheur, nous considérons que la recherche ne vise pas à produire *a priori* des outils de formation. D'autre part, en tant que formateur, nous refusons de présenter aux formés des résultats de recherche hors du contexte de leur production. Le passage d'une posture à l'autre impose au chercheur-formateur une attention permanente permettant d'éviter la confusion des genres. Sans elle, cela peut conduire à la dérive de généralisation abusive de résultats produits dans un contexte local, ou à celle de réduction instrumentaliste de ces résultats à des fins opératoires.

Cet article illustre sur un exemple et de manière embryonnaire ce que peut être une mise en œuvre, en formation, de résultats de recherche en didactique. Au delà, nous pensons que cette démarche est à considérer comme un véritable travail de recherche, tout particulièrement au sein d'équipes travaillant dans les IUFM. C'est dans cette perspective que s'engage, aujourd'hui, notre laboratoire, en proposant, sur ce thème, un programme de mémoires de DEA.

Didier MALAFOSSE
Alain LEROUGE
Laboratoire ERES,
Université Montpellier II (Groupe I.U.F.M.)

BIBLIOGRAPHIE

- BALACHEFF N. (1988). *Une étude des processus de preuve en mathématique chez des élèves de collège*. Thèse d'état, Université J. Fourier, Grenoble
- BALACHEFF N. (1995). Conception, propriété du système sujet/milieu. In *Actes de la VII^e École d'été de didactique des mathématiques*, pp. 215-229.
- BOSCH M. (1994). Les instruments du travail mathématique : le cas de la proportionnalité. In M., ARTIGUE & al. (Eds.) *Vingt ans de didactique des mathématiques en France*. La Pensée Sauvage, Grenoble.
- BROUSSEAU G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherche en Didactique des Mathématiques*, Vol. 7, n° 2.

- BROUSSEAU G. (1990). Le contrat didactique : le milieu. *Recherches en Didactique des Mathématiques*. Vol. 9, 3, pp. 309-336.
- BRUNER J. (1991). ... *Car la culture donne forme à l'esprit*. Paris, Eshel.
- BUNGE M. (1983). *Épistémologie*. Collection Recherches Interdisciplinaires. Paris, Éditions Maloine.
- CAILLOT M. & RAISKY C. (1996). *Au-delà des didactiques : le didactique*. Bruxelles, DeBoek. pp. 9-15.
- CHEVALLARD Y. (1985). *La transposition didactique*. Grenoble, La Pensée sauvage.
- CHEVALLARD Y., BOSCH M., GASCON J. (1997). *Estudiar matemáticas. El eslabón perdido entre enseñanza y aprendizaje*. ICE-Horsoni, Barcelona.
- DUVAL R. (1988). Graphiques et équations : l'articulation de deux registres. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitive de l'IREM de Strasbourg*, 1, pp. 235-253.
- DUVAL R. (1993). Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitive de l'IREM de Strasbourg*, 5, pp. 37-65.
- DUVAL R. (1996). Quel cognitif retenir en didactique des mathématiques ? *Recherche en Didactique des Mathématiques*, Vol. 16, 3, pp. 349-382.
- GIORDAN A. & al. (1987). L'élève et/ou les connaissances scientifiques. Berne. Peter Lang. 2^e édition.
- LEGRAND M. (1988). Genèse et étude sommaire d'une situation co-didactique : le débat scientifique en situation d'enseignement. *Actes du premier colloque franco-allemand de didactique des mathématiques*, La pensée sauvage, Grenoble, pp. 53-66.
- LEROUGE A. (1992). *Représentation cartésienne, rationalité mathématique et rationalité du quotidien chez des élèves de collège*. Thèse de doctorat, Université Montpellier II.
- LEROUGE A. (2000a). L'analyse dialogique de l'action située de l'enseignant : principes et mise en œuvre dans la formation de professeurs stagiaires en IUFM. *Revue Française de Pédagogie*.
- LEROUGE A. (2000b). La visite de classe formative : un noyau d'intégration des formations didactiques et pédagogiques dispensées à l'IUFM. *Revue Recherche et formation*.
- LEROUGE A. (2001). Le culturel et le familial dans la conceptualisation de la droite en mathématique au collège : la notion de cadre de rationalité. (à paraître).
- MALAFOSSE D. (1999). *Contribution à l'analyse et à la modélisation des processus de conceptualisation en inter-didactique des mathématiques et de la physique : exemple de la loi d'Ohm*. Thèse de Doctorat, Université Montpellier II.
- MALAFOSSE D. (2002). Pertinence des notions de cadre de rationalité et de registre sémiotique pour l'analyse des processus de conceptualisation en didactique de la physique. Article à paraître dans *Recherche en Didactique des Mathématiques*.

MALAFOSSE D. & LEROUGE A. (2000). Ruptures et continuités entre physique et mathématique dans l'enseignement de la notion de caractéristiques des dipôles électriques linéaires. *Aster*, 32, pp. 65-85.

MALAFOSSE D., LEROUGE A. & DUSSEAU J.-M. (2000). Étude en inter-didactique des mathématiques et de la physique de l'acquisition de la loi d'Ohm au collège : I. Espace de réalité. *Didaskalia*, 16, pp. 81-106.

MALAFOSSE D., LEROUGE A. & DUSSEAU J.-M. (2001). Étude en inter-didactique des mathématiques et de la physique de l'acquisition de la loi d'Ohm au collège : II. Changement de cadres de rationalité. *Didaskalia*, 18, pp.

PIAGET J. (1971). *La psychologie de l'enfant*. Paris, P.U.F., Que sais-je ?

PLANCK M. (1933). *L'image du monde dans la physique contemporaine*. Paris, Gonthier, pp. 5-7.

POSTIC M. (1977). *Observation et formation des enseignants*. Paris, PUF.

TSOUMPELIS L. & GREY J. (1995). Essai d'application de la théorie des situations en sciences physiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*. Vol. 15, 2, pp. 63-108.

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

VYGOTSKI L.S. (1934). *Thought and Language*. édition 1962, Cambridge, Mass., MIT Press.

PARTICIPER À UNE RECHERCHE SUR LES PRATIQUES D'ÉCRITURE, UN LEVIER POUR MODIFIER SES PRATIQUES D'ENSEIGNEMENT EN BIOLOGIE

**Patricia Schneeberger
Colette Gouanelle**

Cet article rend compte d'une partie du travail effectué dans le cadre d'une recherche associative INRP-IUFM d'Aquitaine intitulée "Pratiques d'écriture dans l'enseignement des sciences". Un des axes de cette recherche visait à aider les enseignants à s'appuyer davantage sur l'écrit pour favoriser les apprentissages en biologie. Dans une première étape, nous avons analysé les pratiques des enseignants du cycle 3 associés à cette recherche ; ce travail a été réalisé en collaboration avec les didacticiens du français langue maternelle de l'équipe, Maryse Reblère et Martine Jaubert. Dans une deuxième étape, nous avons suggéré aux maîtres de reconsidérer la place de l'écrit dans leur enseignement de la biologie, en nous intéressant plus particulièrement aux phases de confrontations collectives. L'analyse des séances a permis de révéler certaines difficultés rencontrées dans la gestion de ces situations. Ce texte décrit l'évolution des pratiques d'un enseignant qui a mis en place une séquence d'enseignement portant sur le mouvement et l'a modifiée en s'appuyant sur les conseils de l'équipe de recherche. Nous tentons de montrer ainsi que la participation à la recherche a conduit le maître à remanier sa progression pédagogique grâce à une réflexion approfondie sur les fonctions du langage dans les apprentissages scientifiques.

Nous sommes parties du postulat que les pratiques d'écriture font partie des indicateurs qui permettent d'analyser les pratiques d'enseignement. Nous voulions savoir si ces pratiques d'écriture ne pouvaient pas aussi constituer un levier pour aider les enseignants à modifier leurs pratiques en biologie.

les pratiques
d'écriture comme
indicateur
des pratiques
d'enseignement

Lors des premières analyses, notre équipe avait essentiellement dressé un inventaire des écrits produits dans le cadre de mises en œuvre de progressions de biologie (nombres et types d'écrits) et tenté d'identifier les fonctions de ces écrits dans l'apprentissage des élèves.

Dans un deuxième temps, nous avons donné aux maîtres qui travaillaient dans le cadre de cette recherche des consignes visant à faire augmenter le nombre et la diversité des écrits produits par les élèves ; nous avons également essayé de savoir comment ces écrits étaient utilisés par les enseignants et nous nous sommes tout particulièrement attachées aux fonctions de ces écrits dans l'apprentissage des concepts par les élèves.

Après avoir rappelé l'état des lieux effectué en début de recherche puis les propositions faites aux maîtres, nous

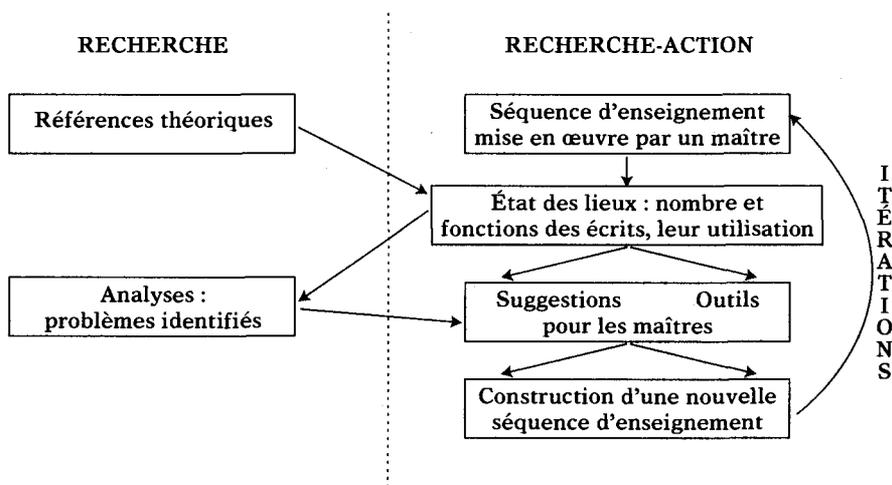
tenterons de communiquer les évolutions que nous avons pu constater dans les pratiques d'enseignement à la suite de cette expérience. Nous essaierons ensuite de dégager de ce travail quelques éléments utiles pour la formation.

1. LA RECHERCHE ET SES EFFETS DE FORMATION

des interactions
entre recherche et
recherche action

Notre collaboration avec les enseignants (maîtres formateurs) impliqués dans la recherche se caractérise par une alternance entre des phases d'analyse des progressions mises en œuvre par les maîtres et des phases de réélaboration. Cette collaboration a engendré une dialectique qui nous a permis d'entrevoir des modifications à apporter à l'enseignement de la biologie pour rendre les pratiques plus cohérentes.

On peut traduire les interactions entre la recherche et les opérations relatives à la pratique de la classe par le schéma suivant.



Le projet de recherche incluait des effets de formation qui devaient se traduire par des transformations des pratiques des enseignants associés.

1.1. État des lieux

Les observations effectuées lors de la première phase de notre recherche ont permis de constater un certain nombre de tendances relatives à l'usage de l'écrit dans les pratiques des enseignants de cycle 3 en biologie.

des tendances
dans les pratiques
d'écriture
en sciences

- Les écrits sont peu nombreux (trois écrits différents au maximum) ; peu de temps est donc consacré à un travail d'inscription.
- Le module d'apprentissage débouche généralement sur le traditionnel résumé de la leçon établi à partir d'écrits produits en classe ou importés.
- Les pratiques sont ritualisées : les écrits balisent certains moments-clés du module d'apprentissage (expression des représentations des élèves, relevé d'observations, synthèse).
- La production d'écrits est rarement finalisée ou alors la finalisation est externe par rapport aux objectifs de l'apprentissage en biologie (journal scolaire, exposition...).
- Les écrits ne font pas l'objet de réécriture ; ils ne sont pas intégrés à la stratégie d'apprentissage des élèves.
- Les écrits sont peu variés, toujours de même type (descriptif le plus souvent).
- Le statut des écrits est identique : mêmes caractéristiques énonciatives et formelles (quelle que soit la nature de ces écrits).
- L'écrit est utilisé essentiellement dans sa fonction de mémoire (ce sont la plupart du temps des énoncés définitifs à retenir).
- Les écrits individuels sont essentiellement produits en début d'apprentissage, le plus souvent pour permettre à l'enseignant de prendre connaissance des conceptions des élèves et parfois pour servir de support à une discussion.

L'analyse du travail effectué dans plusieurs classes a révélé que, même dans le cas où de nombreux écrits (individuels, de groupes ou collectifs) sont produits, les élèves ont des difficultés à s'appropriier le problème à résoudre et, bien souvent, seul le maître sait où il veut les conduire.

En conséquence, les démarches proposées aux élèves reposent sur les idées suivantes.

- L'apport d'informations (lecture documentaire essentiellement) suffit à modifier les conceptions des élèves (apprendre c'est s'informer).
- Le travail de modification des conceptions est à la charge de chaque élève qui doit implicitement effectuer des reformulations successives sans aide particulière de l'enseignant et en particulier sans s'être jamais posé de questions susceptibles de constituer des problèmes à résoudre.
- L'écrit relève du contrat institutionnel et n'a pas besoin d'être finalisé ; il témoigne du travail accompli dans la classe.
- L'écrit code, matérialise une pensée préalablement construite.

1.2. Principes liés à un modèle théorique

La conception de l'enseignement scientifique que révèlent ces pratiques nous a paru éloignée des modèles de type socio-constructiviste sur lesquels nous fondons la formation des enseignants.

un décalage
entre les pratiques
des enseignants et
les modèles
d'apprentissage
de référence

un exemple d'outil
pour faire évoluer
les pratiques
d'écriture

Nous avons donc essayé de donner aux maîtres les moyens de diversifier les pratiques d'écriture afin de les aider à modifier leur propre conception de l'enseignement scientifique.

- Dans un premier temps, nous avons conduit, avec les maîtres impliqués dans cette recherche, une réflexion sur la place et la fonction des écrits produits par les élèves, dans la gestion des apprentissages.
- Cela nous a conduit à envisager un travail sur l'écrit qui permette :
 - de déclencher la controverse ou le débat en amenant les élèves à faire des comparaisons, à prendre en compte les idées des autres, à s'opposer, à contester, à argumenter ;
 - de mieux faire apparaître les termes de la controverse ;
 - de donner le temps nécessaire à l'évolution du débat.
- Nous avons mis au point un tableau (*document 1, pages 68-69*) qui nous a permis d'aider les maîtres à élaborer des progressions donnant davantage de place aux productions écrites et à réfléchir aux fonctions que peuvent remplir ces écrits dans les processus d'apprentissage des élèves et dans les stratégies pédagogiques.
- Les maîtres ont ensuite construit des progressions en ayant le souci de multiplier les productions écrites (individuelles, de groupes et collectives) et d'en varier les formes (descriptions, explications, textes, schémas...) de façon à mieux réutiliser ces écrits avec les élèves au cours des travaux de groupe ou des confrontations collectives (apports de titres, classements, modifications, radiations...).

1.3. Un exemple d'analyse : les difficultés de conduite des séances de confrontation

Un enseignant (1) associé à cette recherche a accepté que ses pratiques soient soumises à une analyse détaillée.

Le maître ayant choisi de faire travailler ses élèves de CE2 (8-9 ans) sur le concept de "mouvement", nous avons participé avec lui à l'élaboration d'un canevas de séquence en lui demandant de mettre tout particulièrement l'accent sur la production et l'utilisation des écrits ainsi que sur l'appropriation des problèmes scientifiques par les élèves.

Le travail effectué avec les élèves a été suivi dans toute sa durée :

- par le biais des observations et enregistrements vidéo effectués sur un grand nombre de séances (7 au total) ;
- par l'intermédiaire de la réflexion conduite avec le maître entre chaque séance, afin de réajuster ou de réguler la conduite des activités suivantes. C'est ainsi que la progression envisagée par le maître a dû subir des modifications

une méthode
pour suivre
le travail
d'un maître

(1) Jacques Soustrade, maître formateur à l'école Paul Lapie, Bordeaux.

qui ont considérablement augmenté le nombre des séances envisagées ; ceci du fait de la prise de conscience progressive par le maître des difficultés révélées par les écrits des élèves ou lors des débats.

Dans les progressions mises en œuvre par différents enseignants, nous avons pu mesurer l'importance des confrontations d'idées (conceptions initiales ou non) pour amener les élèves à poser de véritables questions scientifiques.

Un premier bilan a été effectué lors d'une réunion de recherche au cours de laquelle le maître concerné a présenté son travail aux autres membres de l'équipe à qui il a fait part des difficultés qu'il avait perçues, notamment lors des confrontations collectives.

Nous avons décidé d'analyser certaines retranscriptions de confrontations collectives. L'analyse de la troisième séance nous a permis de repérer plusieurs tentatives du maître pour aider les élèves à se poser les questions nécessaires afin de progresser dans la conceptualisation. Lors d'une séance précédente, les élèves avaient produit individuellement un schéma du bras (2), pour tenter d'expliquer ce qui permet à ce membre de plier au niveau du coude. Le maître a ensuite sélectionné et agrandi cinq dessins, représentatifs de l'ensemble des conceptions de la classe (*document 2, pages 70 et 71*) et les a distribués pour un travail de groupe où les élèves devaient comparer et donner leur avis par écrit sur les dessins sélectionnés (*document 3, page 72*). La discussion qui suit porte sur les dessins analysés et les affiches réalisées par les groupes.

À plusieurs reprises, le maître essaie de faire passer les élèves du registre empirique – où ils se contentent de communiquer leur représentation de l'anatomie du bras – au registre des modèles – où ils comprennent l'importance de l'anatomie du bras pour expliquer et prévoir en partie son fonctionnement. Nous verrons qu'il n'y parvient pas toujours et cela nous a amenées à rechercher des explications à sa réussite ou à son échec.

On peut résumer les causes supposées des difficultés rencontrées par cet enseignant de la manière suivante :

- Il y a parfois des ambiguïtés au niveau des termes employés : en parlant du problème à résoudre, le maître pense à ce qui est nécessaire pour faire fonctionner notre bras (ce que C. Orange appelle les "nécessités du modèle") alors que les élèves pensent seulement à la présence de tel ou tel organe sur le dessin qu'il sont en train d'analyser (exemple : M. : "*Le problème, c'est quoi ?*" E : "*Le sang.*").
- Il y a un risque à évacuer certaines réponses (par exemple l'idée de sang, plusieurs fois exprimée) sous prétexte qu'elles semblent déborder la question posée ; il n'est en effet pas

des hypothèses
sur les causes
des difficultés
rencontrées

(2) Dans cette situation, le terme de « bras » est utilisé pour désigner le membre supérieur.

Document 1. Fonctions des écrits dans les étapes successives de la progression

Étapes de la progression	Caractéristiques des écrits	Utilisation pour l'enseignement	Fonction pour l'élève (apprentissage)
Travailler sur les conceptions initiales :	Dessins Textes informatifs et explicatifs Q.C.M. Affirmation Vrai/Faux	Faire un diagnostic des connaissances et identifier les erreurs des élèves Préparer la confrontation : organiser les groupes Baisier le champ de recherche Garder une trace	Clarifier ses idées, structurer sa pensée Construire et expliciter ses idées pour les communiquer aux autres Se centrer sur une question scientifique Élaborer une trace
Phase individuelle puis	Idem + classement éventuel	Favoriser les échanges : faire apparaître des accords, des désaccords Matérialiser le résultat du débat	Apprendre à douter Classer ses idées, catégoriser, reformuler (éventuellement)
Travail de groupe et confrontation		Préparer la mise en commun : régler les problèmes d'organisation (nombre de présentations) Construire une communauté discursive	Construire et expliciter ses idées pour les communiquer au groupe classe
Recueillir des données :	Schéma, notes Constats	Rassembler des informations sous forme discursive	Sélectionner des informations pertinentes (par rapport aux questions qu'on se pose)
Observer un phénomène (observation non guidée)	Ébauche d'une frise Empreintes	Transformer la réalité matérielle en inscriptions diverses (schémas, notes, ...) Garder une trace (pour l'interprétation future)	Transcrire (faire un choix du type d'inscription) Garder une trace
Recueillir des résultats de la recherche expérimentale ou de l'observation guidée	Tableaux - Schémas Listes ordonnées ou classées Graphes Frise	Garder une trace pour préparer l'interprétation	Sélectionner Organiser Catégoriser (éventuellement argumenter)
S'interroger : Poser des questions	Phrases interrogatives	Baisier le champ de recherche	Apprendre à poser des questions Se centrer sur le champ de la recherche
Classer des questions	Tableau Liste classée, ou ordonnée, de questions	Orienter les activités	Structurer sa pensée Reformuler ses idées Catégoriser
Faire des hypothèses	Formulation du doute : peut-être, conditionnel, ce que je pense... Nature du support (couleur)	Susciter une démarche de recherche Susciter le doute et la formulation du doute	Apprendre à douter Formuler une hypothèse pertinente par rapport à la question et au champ de recherche, argumenter Manifeste linguistiquement le doute dans le discours Développer son imagination

Construire un protocole	Texte prescriptif Schémas des montages Texte prédictif	Mettre en place une recherche Préparer les mises en commun et confrontations	Conduire un raisonnement déductif (si ... alors) Conduire un raisonnement rigoureux (séparation des variables) Prendre en compte les contraintes du réel Transcrire des éléments pertinents du réel
Mettre en œuvre l'expérience	Schémas de montage Notes – Dessins	Garder une trace	
Interpréter les résultats	Textes argumentatifs / justificatifs	Aller vers une stabilisation d'un énoncé du savoir	Conduire un raisonnement hypothético-déductif Remettre en question la procédure de recherche (éventuellement)
Rechercher des informations dans des documents	Prise de notes Listes Schémas	Pratiquer une lecture documentaire Importer des inscriptions extérieures à la classe pour compléter ou confronter	Étayer le discours de preuve Sélectionner des informations Reformuler
Préparer une visite, une enquête	Questionnaire	Rassembler et importer des informations extérieures à la classe Susciter l'envie de s'informer	Formuler des questions Catégoriser
Tirer une conclusion	Texte expositif (informatif ou explicatif)	Stabiliser un énoncé provisoire, scientifiquement acceptable	Formuler un énoncé provisoirement stable, acceptable par la communauté classe Mettre en relation hypothèse/résultats et autres informations
Faire une synthèse	Énoncé général Texte expositif Schéma explicatif	Généraliser en vue de formuler des notions	Mettre en relation l'ensemble des informations recueillies avec le problème de départ Stabiliser un énoncé
Faire le point : Sur la démarche Sur les savoirs	Chronique Liste de mots clés Sommaire Lexique	Recontextualiser (baliser le champ de recherche) - favoriser les projets d'action Évaluer Planifier	Reconstruire la communauté discursive en biologie Établir des projets d'action Structurer, ordonner Recenser les savoirs
Élaborer un modèle	Schéma explicatif Texte explicatif	Aider à la conceptualisation	Décontextualiser/recontextualiser
Utiliser un modèle	Notes Tableau de comparaison	Aider à la conceptualisation	Transférer/transposer

certain que, pour certains élèves, le sang ne joue pas un rôle direct dans le mouvement (exemple : E à propos du rôle du sang dans le mouvement : "C'est le sang qui nous gonfle.").

- Demander aux élèves s'ils sont d'accord ou pas avec telle ou telle proposition ne suffit pas. Il existe plusieurs types d'accord ou de désaccord possibles : soit sur la forme de l'écrit (bien dessiné, mal écrit, clair etc.), soit sur la justesse de l'information qui peut être simplement descriptive, soit sur le bien-fondé de telle ou telle explication.
- Faire appel au vécu des élèves ne suffit pas non plus ; cela engendre bien souvent une mise à distance prématurée par rapport à la question de départ ou bien des généralisations hâtives. Il arrive que, de cette manière, les élèves posent tout à coup des questions qui ne sont plus en rapport direct avec le problème que l'on est en train de traiter.

Ainsi, au cours de cette confrontation, on peut distinguer plusieurs niveaux de discussion.

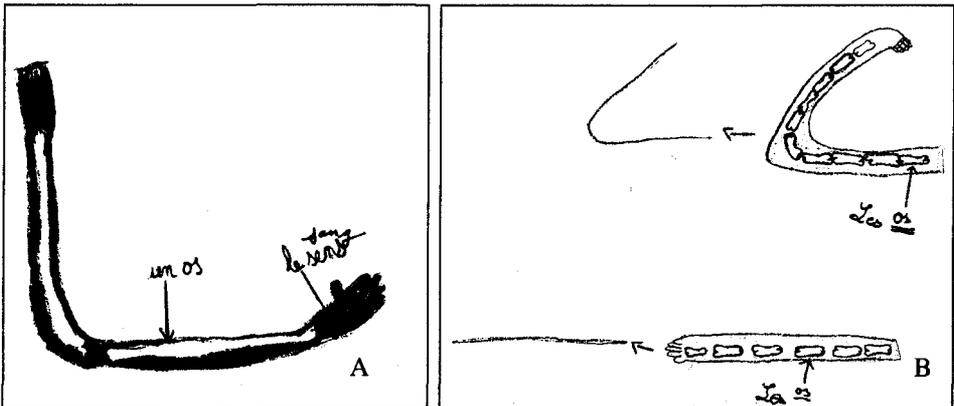
plusieurs niveaux
de discussion
possibles

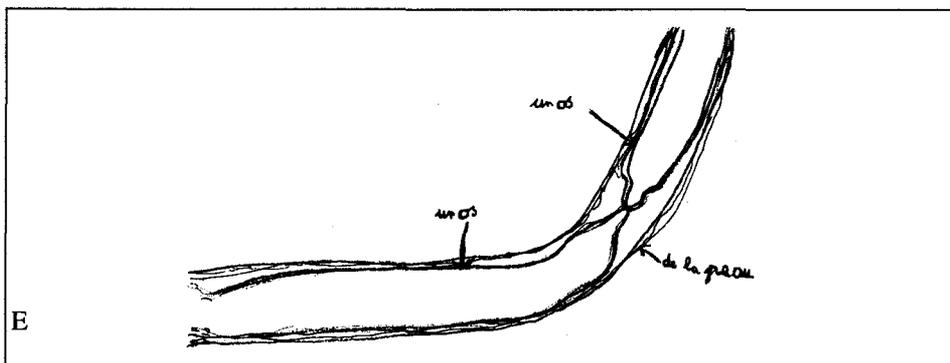
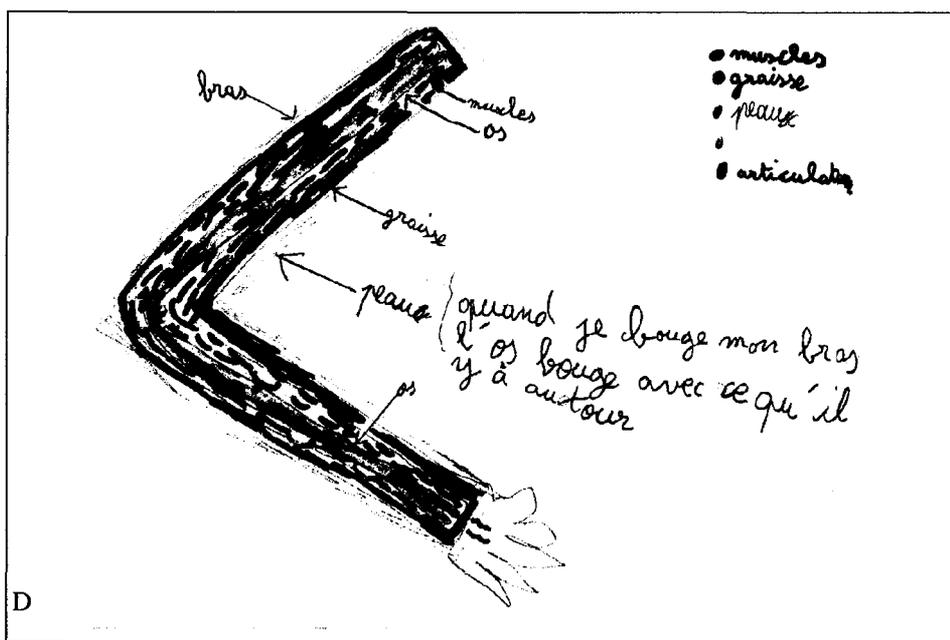
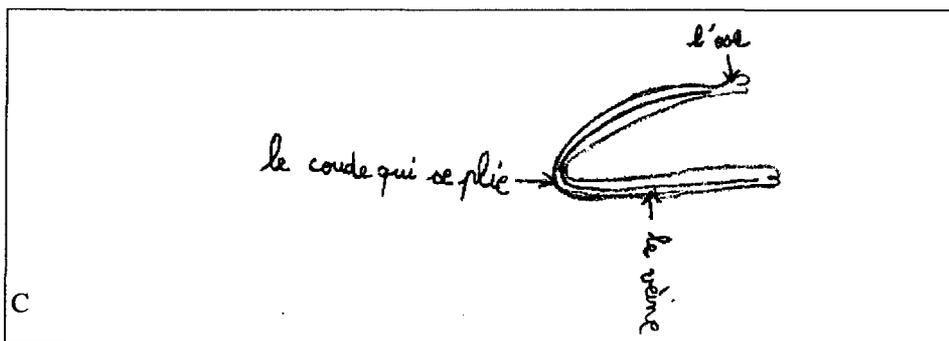
- La discussion ne porte que sur la forme graphique ou textuelle de l'écrit, sans rapport direct avec la biologie.
- La discussion porte sur les structures représentées ou décrites et on ne débattera que de leur existence réelle ou non.
- La discussion porte sur les fonctions des structures anatomiques dans le phénomène (ici le mouvement) que l'on cherche à expliquer.

Cette analyse nous a permis de comprendre que les difficultés rencontrées sont assez étroitement liées aux types de discussion qui s'installent dans la classe.

Document 2. Cinq dessins du bras sélectionnés par le maître

"Tu dessines ce qui se passe à l'intérieur de ton bras, lorsque tu effectues ce mouvement." (flexion de l'avant-bras sur le bras). Les dessins originaux sont en couleur.





Document 3. Affiches réalisées par les élèves à partir des dessins sélectionnés

Travail en groupes (4 groupes de 5 élèves, 1 groupe de 6 élèves)

Les élèves doivent critiquer les dessins réalisés par d'autres élèves lors de la séance précédente :

"Je vais vous donner 5 dessins (A, B, C, D, E) ; vous allez les regarder en groupes. Vous allez, sur une feuille, noter les remarques, les observations à faire sur ces dessins. Vous pouvez les comparer."

Affiches réalisées par les groupes

Groupe 1

C : On ne voit que l'os mais pas le bras. Il y a un os qui se cassera.

A : Il y a un trou entre deux os, ça ne va pas. Il aurait dû mettre des veines.

B : Il y a trop d'os. Il y a un os qui se cassera.

E : L'os va se casser quand il va se plier. On a pas 2 trous entre 2 os sinon on pourrait s'aplatir.

Groupe 2

B : Il y a plus d'os que A, C, D, E.

C : Ce n'est pas possible qu'un os se plie entièrement et la veine n'est pas dans l'os.

D : Il est clair avec la légende.

A : Les os sont attachés.

E : L'os de l'avant-bras n'est pas tordu.

Groupe 3

A : Il n'y a pas d'os dans les doigts. Les os ne sont pas attachés. Il n'y a pas de veines et beaucoup de sang.

B : Il y a beaucoup d'os.

C : Il faudrait 2 os. Il n'y a qu'une veine.

D : Il n'y a pas de veine ni de sang.

E : Normalement l'os de l'avant-bras n'est pas tordu.

Groupe 4

A : Les os sont de travers. Il y a trop de sang.

B : Il y a beaucoup, beaucoup trop d'os.

C : L'os est tordu, les os doivent être droits.

D : Il y a que 2 os et beaucoup trop de muscles.

E : C'est bien. Ce n'est pas bien.

Groupe 5

C : Il aurait fallu faire plusieurs os.

B : Il y a beaucoup trop d'os par rapport au C.

E : Les veines dépassent du corps. Au lieu du trou il devrait y avoir des muscles.

A : Les os ne sont pas accrochés. Normalement les os sont accrochés.

D : Normalement dans la main, il y a du sang.

Les affiches réalisées par les groupes ont ensuite été mises au tableau et lues par les élèves qui ont réagi.

Le maître a insisté sur la forme que doit prendre un écrit destiné à donner une opinion et certaines phrases ont été modifiées (modifications en rouge).

1.4. Nouvelles propositions fondées sur l'analyse : principes et outils

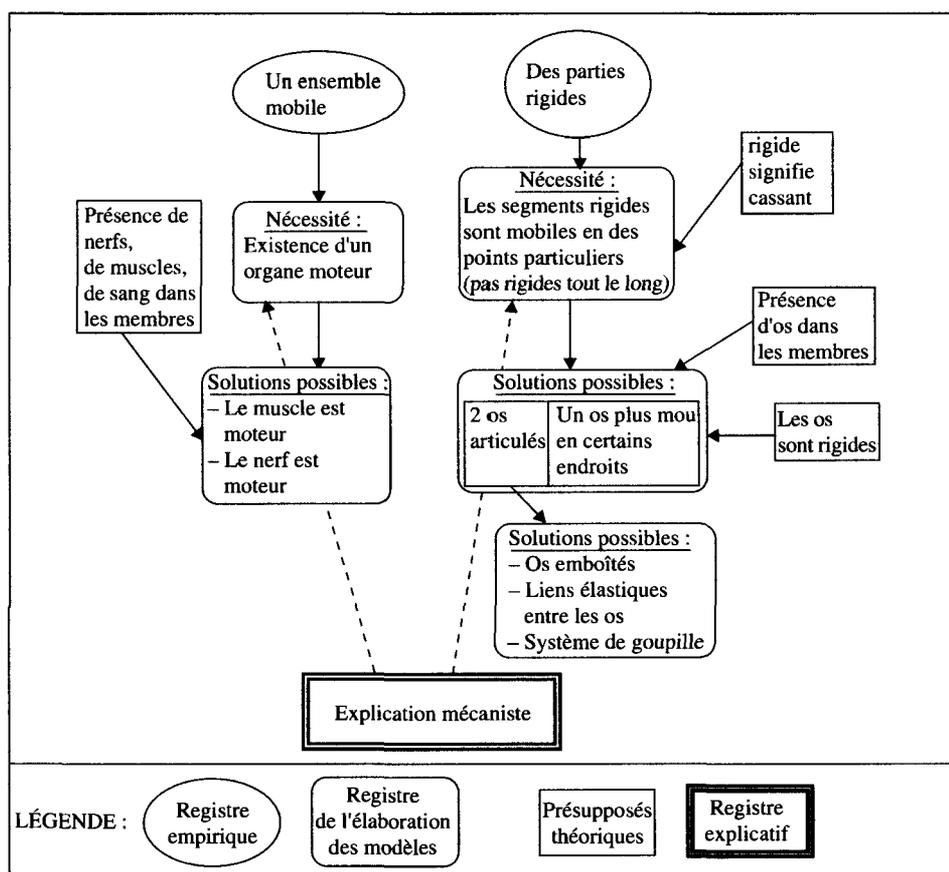
des exemples d'écrits réalisés au cours d'une progression

L'analyse nous permet de faire de nouvelles propositions en vue de la reprise de la progression l'année suivante. Nous avons essayé de prendre le contre-pied des difficultés identifiées lors des confrontations collectives afin de faciliter la "mise en problème" par les élèves. Nous avons proposé au maître plusieurs outils ainsi que quelques conseils et principes pour la préparation et la gestion du débat à partir des conceptions des élèves.

• Un outil : la construction de l'espace-problème

Afin d'organiser le débat, nous avons construit avec l'enseignant l'espace-problème (*document 4*) en nous inspirant des travaux de C. Orange (Fabre et Orange, 1990).

Document 4. Exemple d'espace-problème concernant le mouvement en CE2



une préparation de
la confrontation
des idées
des élèves

Un tel outil permet de :

- distinguer ce qui relève du détail de ce qui relève de la nécessité explicative (l'existence de deux os dans l'avant-bras a moins d'intérêt pour comprendre le mouvement que la relation entre des os emboîtés et la localisation des articulations) ;
- identifier le système des contraintes empiriques que les élèves sont susceptibles d'appréhender (un os est cassant, il ne peut donc pas plier) ;
- identifier le système des modèles auxquels il souhaite faire parvenir les élèves (il faut que ça puisse plier) ;
- savoir comment mettre en relation le système des contraintes et le système des modèles.

**• Des conseils :
rechercher des arguments possibles**

Ayant pris soin d'analyser les conceptions exprimées par les élèves dans leurs écrits, l'enseignant fait l'inventaire des arguments qu'il pourra faire développer pour aider les élèves soit à défendre leur opinion, soit à la remettre en cause.

À partir de là, le maître organise la discussion et l'ordre dans lequel il fera effectuer les analyses et comparaisons afin d'éviter les redondances et de cibler les problèmes essentiels à poser.

• Des principes de gestion des échanges oraux

un changement de
registre à opérer
pendant
la confrontation

Le but de la confrontation est d'inciter les élèves à expliquer quel rôle tel ou tel organe pourrait avoir dans le phénomène que l'on cherche à comprendre, afin qu'ils ne s'en tiennent pas à une simple description. Que les propositions des élèves soient jugées recevables ou non, il est sans doute utile de demander une justification ou une argumentation.

En général, le maître a donc intérêt à régler ses interventions de manière à :

- susciter la controverse et la faire rebondir ;
- sélectionner les objets de controverses qui appellent des justifications, des argumentations ;
- faire formuler, grâce au raisonnement, les nécessités du modèle à construire (nécessité de parties rigides mais aussi nécessité que ça plie en certains endroits) ;
- compléter éventuellement le système des contraintes (un os est cassant donc rigide).

Certaines conduites langagières peuvent être privilégiées pour parvenir à gérer ces confrontations :

- sortir de la désignation, de la description en rappelant aux élèves que le but de la discussion est de comprendre le fonctionnement d'un système et pas seulement d'en connaître la structure ;
- éviter d'évacuer de la discussion un élément qui, dans un dessin, ne paraît pas important sans que l'élève se soit expliqué sur le bien-fondé de sa présence ;

des conduites
langagières
à privilégier

- utiliser les écrits produits pour distinguer les contraintes et les nécessités des modèles ;
- solliciter l'expression de tous les points de vue et inciter les élèves à argumenter, à justifier (ex : qu'est-ce qui te permet de penser cela ?) ; ce devrait être des moments importants où les élèves vont pouvoir raisonner (si..., alors..., sinon, ça ne peut pas marcher...);
- amener les élèves à reformuler leurs énoncés tout en prenant en compte les énoncés des autres et/ou du maître ;
- lever les ambiguïtés, s'assurer que tous les élèves donnent le même sens aux termes utilisés et donner le lexique adéquat quand il devient nécessaire et qu'il peut être intégré par les élèves ; faire évoluer le lexique quand c'est possible : (ex : une articulation est d'abord un endroit où ça plie, puis elle devient la jonction de 2 os) ;
- renvoyer le débat au niveau du groupe-classe (ex : est-ce que tout le monde pense que... ?) ;
- faire le point régulièrement : (ex : quelles questions sont résolues ? quelles nouvelles questions se pose-t-on ?) .

• Un deuxième outil : le tableau fil conducteur de la discussion (document 5)

des répercussions
au niveau des
productions d'écrit

Ces réflexions nous ont amenées à proposer aux maîtres avec lesquels nous travaillons de traduire les résultats des discussions sous forme d'écrits collectifs (sur affiche), du type tableau à trois colonnes (explications possibles : ce que nous pensons ; arguments correspondants : ce qui nous le fait dire ; questions : nous nous demandons si...). L'élaboration de cette trace devrait permettre aux élèves d'avancer dans la formulation du problème en évitant de se cantonner à la seule description des structures anatomiques. Cette technique permet aux élèves de retrouver en permanence des repères dans leur démarche de résolution : quelles questions s'étaient-elles posées et pourquoi ? quels éléments de réponses a-t-on obtenus ? quelles questions n'ont pas encore de réponses ?

Document 5. Tableau réalisé lors des 4^e et 5^e séances (2000)

Nous pensons que :	Parce que :	Questions :
<p>Il y a un os pour l'avant-bras et un os pour le bras.</p> <p>Les os ne se plient pas.</p> <p>Les muscles et les os sont les plus importants lorsqu'on effectue des mouvements.</p> <p>S'il n'y avait pas de muscles, on ne pourrait pas faire de mouvements.</p>	<p>S'il n'y en avait qu'un, il se casserait lorsqu'on plierait l'avant-bras sur le bras.</p> <p>Ils sont durs. On le sent lorsqu'on touche les os de son corps.</p>	<p>Combien y a-t-il d'os dans le bras et l'avant-bras ?</p> <p><i>(Nouvelles questions ajoutées lors de la 5^e séance)</i></p> <p><i>Peau et chair, est-ce la même chose ?</i></p> <p><i>Qu'est-ce qui permet de tenir les os emboîtés ?</i></p> <p>Avons-nous besoin de sang pour effectuer des mouvements ?</p> <p>À quoi servent les tendons ?</p>

Le tableau peut être raturé, complété au fur et à mesure des découvertes, ce qui a le mérite de placer les élèves dans la situation des chercheurs et de les aider à structurer leurs connaissances.

2. LES PRATIQUES D'ÉCRITURE ET D'ENSEIGNEMENT DANS LA PROGRESSION 1999

Le *document 6*, ci-contre, présente l'ensemble des écrits produits et leur utilisation lors des phases de débat.

2.1. Macrostructure de la progression

Pour décrire l'organisation de la progression, nous avons utilisé la notion de rituel, empruntée à des travaux réalisés dans le cadre de la recherche Sciencrit (Plé 2000, Plé et al 2001). Le terme de rituel désigne une forme de gestion du travail de la classe correspondant à une succession de changements de l'organisation sociale, le travail s'effectuant individuellement ou collectivement ; ici chaque étape se traduit par la production d'un écrit qui est repris à l'étape suivante.

réinvestissement
d'un travail conduit
dans le cadre
de la recherche

Définition des différents rituels

Rituel Ascendant (RA) : passage d'une phase de travail individuel à un travail collectif en passant parfois par un travail en petits groupes (exemple : les élèves produisent un texte collectif à partir des propositions de différents élèves ou groupes d'élèves)

Rituel Descendant (RD) : travail collectif suivi d'un travail individuel (exemple : les élèves produisent un texte individuel en s'appuyant sur un texte élaboré collectivement)

Rituel Ascendant Descendant (RAD) : travail individuel suivi d'un travail collectif (RA) puis reprise de l'écrit collectif au niveau individuel (en vue d'une appropriation personnelle, par exemple)

Rituel Descendant Ascendant (RDA) : à partir d'écrits collectifs les élèves produisent des écrits individuels qui, reproduits au tableau, deviennent un "bien commun"

Rituel Frontal (RF) : le maître dirige des débats collectifs pour faire le point et amorcer une stabilisation des énoncés (sorte de réminiscence de l'enseignement frontal)

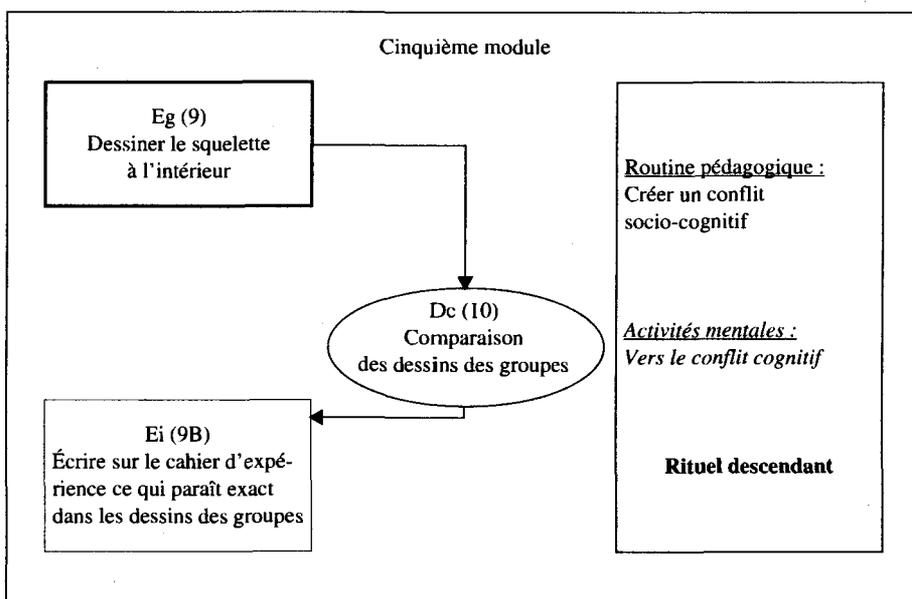
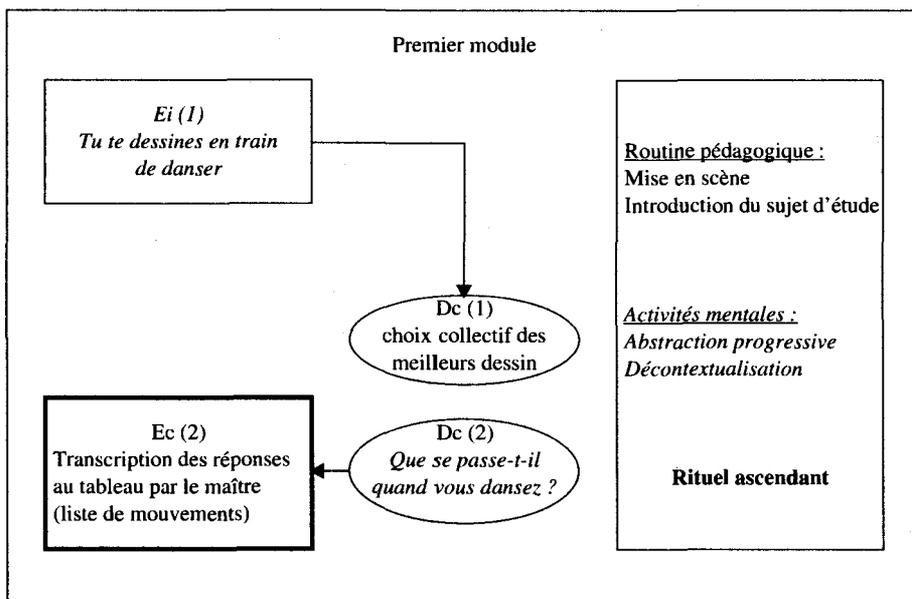
Le *document 7* (pages 78 et 79) établi à partir de la description des activités réalisées et des écrits produits, illustre l'organisation générale de la progression.

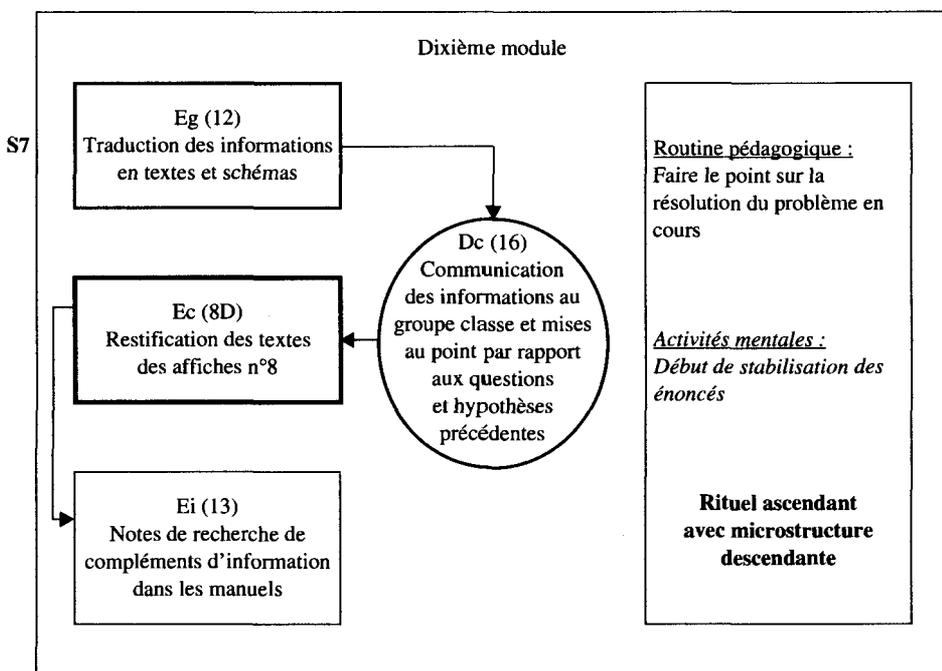
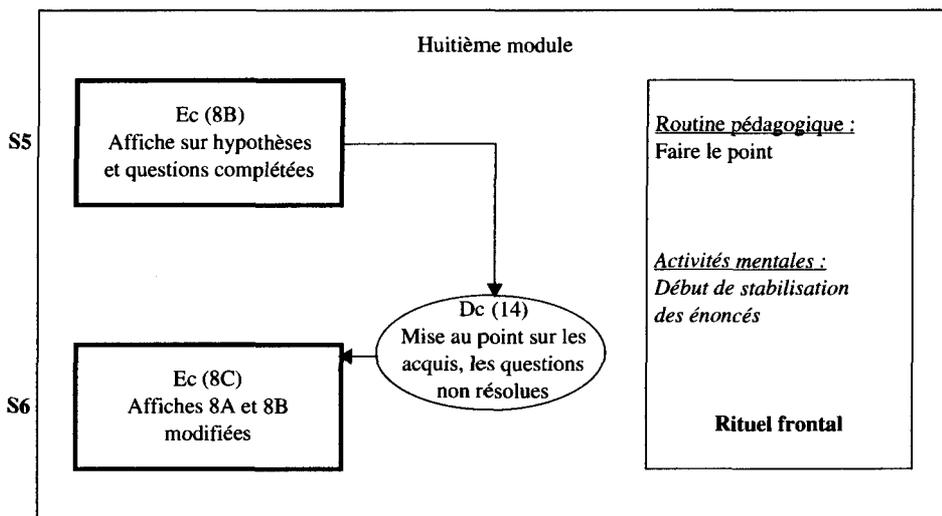
Document 6. Étude du mouvement en CE2 (1999)

Séances	Écrits produits et tâches correspondantes	Discussions/débats en relation avec les écrits produits
S1	Situation de départ : module de danse Ei (1) : se dessiner en train de danser	
S2	Ec(2) Propositions des élèves retranscrites au tableau	Dc(1) : choix collectif des meilleurs dessins Dc(2) : dire ce qu'il se passe quand on danse
	Ei(3) : réponse à la question "qu'est-ce qui me permet de faire des mouvements ?"	Dc(3) comparaison des dessins E1 et repérage des articulations
	Ei(4) : faire un schéma du bras pour expliquer ce qui se passe à l'intérieur lors des mouvements	
S3	Ec(5) : liste des tâches retranscrite au tableau Ec(3bis) : retranscription par le maître des écrits Ei(3) Ec(6) : liste E(3bis) avec os soulignés	Dc(4) : rappel des tâches précédentes Dc(5) : classement des organes qui participent au mouvement
	Eg(7) : opinion des groupes sur les dessins du bras E4 sélectionnés Ec(7bis) : modification sur affiches E7	Dg(6) : comparer 5 dessins E4 sélectionnés par le maître et donner son opinion Dc(7) : débat à partir des écrits E4 et E7
S4	Ec(8) : affiche avec hypothèses et questions Eg(9) : dessins du squelette Ei(9B) : écrire ce qui paraît exact dans les dessins de squelette	Dc(8) : rappel de la séance précédente "ce que l'on croit savoir, les questions que l'on se pose" Dg(9) : se mettre d'accord pour dessiner le squelette Dc(10) : comparaison des dessins de squelette E10
S5	Ec(9C) : discussion précédente reformulée par le maître Ec(8B) : affiche E8 complétée Ei(10) : légèrer un schéma importé de squelette Ei(11) faire le point sur ce que l'on sait en ce qui concerne le mouvement	Dc(11) : mises au point sur discussion précédente à partir de la retranscription E9C Dc(12) : les élèves proposent des moyens pour savoir Dc(13) : Observation du squelette et légèrage d'un schéma importé
S6	Ec(8C) : rectification des textes de l'affiche E8A +8B Eg(12) : traduction de ce que l'on a compris en textes et dessins	Dc(14) : rappel des activités précédentes et point sur les acquis Dg(15) : poursuite des investigations sur pattes de Grenouille ou fabrication de maquette
S7	Ec(8D) : rectification des textes de l'affiche 8C Ei(13) : prise de notes à partir de recherche de compléments d'information dans manuels Ec(14) : énoncés écrits au tableau sous la dictée des élèves	Dc(16) : point sur les questions qui restent à résoudre Dc(17) : rappel des activités des groupes et échanges sur ce que l'on a compris et où l'on va trouver Dc(18) : mise en commun de ce que l'on a compris
S8	Eg(15A) : texte de synthèse en construction (1 ^{er} jet) Ec(15B) : synthèse définitive	Dc(19) : mise en commun, sélection et reformulation des textes E15

Légende : Ei : écrit individuel, Eg : écrit de groupe, Ec : écrit collectif, Dg : débat en groupe, Dc : débat collectif, ◆◆ rupture

Document 7. Quelques exemples de rituels





Légende : Ei : écrit individuel, Eg : écrit de groupe, Ec : écrit collectif
Dg : débat en groupe, Dc : débat collectif

La progression pédagogique observée en 1999 se caractérise par une succession de modules que l'on peut regrouper en phases correspondant à des rituels différents. On peut en effet distinguer :

une succession
de phases et
de rituels différents

- une première phase ascendante constituée de quatre modules ascendants (RA) successifs :
 - de la danse au mouvement (décontextualisation),
 - introduction d'un problème,
 - un travail autour de la comparaison des représentations des élèves visant à provoquer un conflit socio-cognitif,
 - un regroupement des hypothèses et des questions des élèves ;
- une phase descendante (RD) ayant pour fonction de provoquer un conflit cognitif (module 5) ;
- une phase de travail collectif (module 6) correspondant à un rituel frontal (RF) ;
- une phase descendante (RD) débouchant sur un premier niveau de formulation (module 7) ;
- une phase de travail collectif (module 8) correspondant à un rituel frontal (RF) ;
- une phase de travail de groupe correspondant à un rituel descendant (RD) ;
- une phase de structuration (modules 10 et 11) basée sur un rituel ascendant (RA) avec une étape de réélaboration individuelle (Ei13) correspondant à un rituel descendant (RD).

On peut constater la répartition des rituels ascendants en deux phases principales qui encadrent une phase intermédiaire où les rituels descendants sont prédominants, en alternance avec des phases collectives correspondant à un rituel frontal. Cette phase intermédiaire concerne l'étape d'investigation, les écrits ayant pour fonction essentielle une appropriation individuelle des résultats.

2.2. Des ruptures successives

plusieurs logiques
différentes qui
se croisent

Dans cette progression, des changements successifs d'objet du discours ou de types d'activités introduisent une série de ruptures dans la progression pédagogique. L'ensemble, basé sur plusieurs logiques qui se croisent, est complexe et peut dérouter les élèves qui n'ont pas les clés permettant de comprendre ces changements successifs.

• Une série de décontextualisations/ recontextualisations

Dans un premier temps, il est question du corps à travers la danse (1^{er} module) puis des organes qui interviennent dans le mouvement (2^e module). Ensuite (3^e module), l'enseignant limite l'étude du mouvement au bras quand on le plie (recontextualisation). Les modules 5 à 7 sont consacrés au **squelette** et le module suivant correspond à une mise au point sur le mouvement en général intéressant tout le corps. La phase de recherche du module 9 correspond à une nouvelle

recontextualisation (dissection de **cuisse** de grenouille/ construction d'une maquette du **bras**) ; elle est suivie d'une nouvelle décontextualisation qui débouche sur l'établissement d'un texte collectif définitif portant sur le mouvement (du corps).

• **Des étapes distinctes ayant des fonctions différentes**

La progression est construite selon une logique correspondant à une démarche de résolution de problème. Il s'ensuit une succession d'étapes ayant pour fonction respectivement :

- de poser un problème,
- de formuler des hypothèses (consignées sur les écrits E_c8 ,
- de rechercher des éléments de réponses (observation du squelette, dissection, construction d'une maquette, recherche documentaire),
- de mettre en relation les informations recueillies avec le problème.

Même si la série de reprises de l'écrit E_c8 sert de jalon tout au long de cette étude, l'articulation entre les différentes étapes de la démarche risque d'être masquée par les nombreuses phases de mises au point centrées essentiellement sur les acquis notionnels.

une démarche d'ensemble dont la logique est difficile à identifier

• **Des hiatus dans la succession des écrits**

En relation avec les ruptures citées ci-dessus, on peut remarquer l'absence de reprise immédiate de certains écrits (écrits individuels le plus souvent). Quelquefois, certains de ces écrits sont repris mais plusieurs séances après leur élaboration. Dans ces conditions, les élèves peuvent avoir des difficultés à comprendre la place de ces écrits dans la progression et à repérer la logique de la démarche d'ensemble.

2.3. Des routines fréquentes en sciences

Dans cette progression, on peut repérer une série de routines (3) que nous avons pu fréquemment observer chez différents enseignants confirmés.

un scénario souvent stéréotypé

• **Mise en scène pour introduire un sujet**

Le premier module correspond à une sorte de mise en scène utilisée par le maître pour introduire un sujet d'étude (ici le mouvement) et en quelque sorte motiver les élèves en faisant référence à leur vécu. Ce type de routine est encouragé par

(3) Marc Durand, s'inspirant de travaux anglo-saxons, désigne par routines "des séquences d'actions fortement structurées et automatisées susceptibles de se reproduire avec une marge restreinte de variation" (*L'enseignement en milieu scolaire*, Paris, PUF, 1996).

l'Institution (4) qui incite les maîtres à s'appuyer sur le vécu des élèves.

Une première décontextualisation accompagne ce type de routine (ici passer de la danse à l'étude du mouvement).

• **Élaboration d'un référent commun**

Le maître a centré les élèves sur l'étude du mouvement et a introduit un problème "Qu'est-ce qui dans mon corps me permet de faire des mouvements ?" L'activité qui a suivi a donné lieu à l'élaboration d'une liste d'organes qui participent au mouvement. Dès lors, les élèves sont engagés dans un processus de description centré sur l'organisation anatomique de l'appareil locomoteur (de l'Homme). Ils sont invités à distinguer des catégories d'organes sans se préoccuper des relations fonctionnelles entre ces organes.

Dans ces conditions, le rassemblement des idées du groupe permet l'élaboration d'un référent commun (listes d'organes) qui participe à la construction d'une communauté discursive pour laquelle la description acquiert le statut de mode d'explication d'un phénomène.

• **Provoquer un conflit socio-cognitif**

La confrontation des productions des élèves (affiches réalisées par différents groupes) a pour fonction de faire apparaître des différences d'opinions entre les élèves afin d'opérer chez ceux-ci une première déstabilisation de leurs conceptions premières.

Cette confrontation débouche sur une liste de questions et d'hypothèses qui devrait guider le travail ultérieur des élèves, qui consiste à vérifier les hypothèses et répondre aux questions. Ce type de routine permet à la classe d'entrer dans l'espace-problème :

- en commençant à distinguer ce qui relève du constat et ce qui relève de l'opinion (Dc7),
- en définissant un champ de recherche (grâce à la trame proposée par l'enseignant).

• **Faire formuler des questions aux élèves**

Partir des questions des élèves fait également partie des routines qui sont fréquemment utilisées en sciences. Cette pratique a été encouragée par les formateurs et associée à la mise en œuvre d'une démarche de résolution de problème. Toutefois, un problème ne peut être réduit à une question ou une série de questions.

En reprenant le questionnement des élèves (à l'aide de l'écrit Ec8), l'enseignant favorise la construction progres-

première
déstabilisation
des conceptions
initiales

des routines pas
toujours efficaces
dans les pratiques
des maîtres

(4) Voir par exemple Programmes de l'école primaire, CNDP, 1995, page 65 : "partir de situations choisies dans son environnement immédiat".

sive du ou des problèmes scientifiques qui sous-tendent cette étude.

Il n'empêche qu'à plusieurs reprises (voir Dc7), on peut pointer (dans les propos du maître) une confusion entre problème et question.

Extrait de la troisième séance 1999

M : "Donc vous pensez que (il écrit), les os sont durs et cassants. Qu'est-ce qui arrive aux os quand même ? Quelle question on peut se poser ?"

E : "Est-ce qu'ils grandissent ?"

M. : "Est-ce que les os grandissent ? Je pose la question."

Il s'agit là d'une difficulté spécifique à l'enseignement des sciences à l'école, liée à une routine bien établie dans les pratiques des maîtres confirmés.

• Faire produire des dessins avant l'observation du réel

Dans cette progression, le maître demande d'imaginer et de dessiner l'intérieur du corps à deux reprises :

- au début pour représenter l'intérieur du bras,
- un peu plus tard pour représenter le squelette.

Cette pratique a pour fonction de faire émerger les représentations des élèves. Dans le premier cas, l'écrit produit est utilisé (après sélection par le maître d'un échantillon) pour servir de support à des activités. En revanche, dans le deuxième cas (Ei9B), l'écrit reste consigné dans le cahier d'expériences ; sa reprise éventuelle est laissée à l'initiative de l'élève. Il est probable que le maître a, dans ce deuxième cas, fait appel à une routine, dans le souci peut-être :

- de donner du sens à l'observation du squelette (pour les élèves),
- de se donner les moyens de repérer les principales erreurs afin d'organiser l'observation du squelette.

• Confrontation au réel

Pour trancher entre plusieurs hypothèses, l'enseignant a recours à l'observation du squelette qui s'accompagne de la réalisation d'un schéma. Le risque est grand de s'engager dans la voie d'une étude anatomique non guidée par le problème étudié ; le squelette est alors étudié pour lui-même et non plus pour expliquer le mouvement.

Là encore, ce type de procédure, fréquente en biologie, correspond vraisemblablement à une routine, sans doute héritée des leçons de choses.

• Appropriation du vocabulaire scientifique

Dans cette progression, le maître semble accorder beaucoup d'importance à l'acquisition du vocabulaire scientifique

des fonctions
différents pour
les mêmes types
d'écrit

spécifique au sujet étudié. Un des dangers de ce type de pratique est de reléguer le problème scientifique étudié au second plan. En effet, l'abondance des termes scientifiques et le temps consacré à cet apprentissage peuvent faire perdre de vue le problème étudié si cette partie n'est pas étroitement reliée à la recherche d'explication.

• **Faire le point régulièrement**

À l'ensemble des routines citées ci-dessus, s'ajoutent des rappels fréquents visant à resituer le travail de chaque séance. Ces mises au point successives rythment la progression de façon systématique et réduisent le temps consacré à l'étude proprement dite du sujet concerné.

2.4. Changements successifs du statut d'un écrit

L'écrit Ec 8 (liste d'hypothèses et de questions) est repris plusieurs fois de différentes manières :

- pour servir de support à un débat,
- pour guider des activités.

Il est plusieurs fois modifié, complété ou raturé pour permettre l'élaboration d'un nouvel écrit.

On peut observer que chaque reprise de cet écrit s'accompagne d'un changement de statut dans le travail de la classe.

- E_c8 : entrée des élèves dans une démarche (séparer hypothèses et questions).
- De E_c8 à E_c8B : le débat D11 permet de faire fonctionner cette démarche et de commencer à baliser l'espace-problème.
- E_c8B : cet écrit permet de donner un sens à l'observation du squelette en introduisant une première identification des registres constitutifs de l'espace-problème (registre empirique et registre des modèles).
- De E_c8B à E_c8C : une première mise en relation s'effectue entre les deux registres à travers un débat visant à faire le point des acquis et des questions non résolues.
- E_c8C : cet écrit sert de guide aux élèves pour organiser leurs investigations ; les activités de recherche correspondent alors à une sorte de circulation dans l'espace-problème, circonscrit au cas du mouvement d'un membre.
- E_c8D : la mise en commun des différentes informations recueillies pendant la phase d'investigation débouche sur la réorganisation du réseau de connaissances et un élargissement de l'espace-problème.

La série d'écrits ainsi obtenue a permis de faire le lien entre les différentes étapes de la progression, donnant un sens à la succession des activités proposées par l'enseignant.

2.5. Tension entre deux types d'objectifs

Dans cette progression, le maître essaie à la fois d'atteindre deux types d'objectifs :

exemple
d'évolution
d'un écrit

- construction d'un espace-problème,
- transmission de connaissances.

À certains moments, il semblerait que la deuxième catégorie d'objectifs prenne le pas (observation du squelette, apport de vocabulaire scientifique) sur la première.

Cette tension caractérise la conduite des séquences de biologie, pour lesquelles le maître :

- a besoin d'introduire des références communes (permettant par exemple de désigner des organes) ;
- ne se sent pas autorisé à réduire d'emblée le champ des connaissances disponibles.

3. ÉVOLUTION DES STRATÉGIES PÉDAGOGIQUES DU MAÎTRE : EFFETS FORMATEURS DE LA RECHERCHE

Nous disposons donc de deux corpus portant sur le même niveau (CE2, élèves de 8-9 ans), abordant le même concept avec le même maître à un an d'intervalle.

À l'issue de la mise en place de la deuxième progression sur le concept de mouvement en CE2, nous avons repris l'ensemble des enregistrements et des traces écrites afin de comparer les pratiques de ce maître.

L'analyse comparative des deux corpus nous permet de voir comment les stratégies pédagogiques du maître ont évolué.

La comparaison s'appuie sur la description des articulations entre écrit et oral.

Les objectifs notionnels des deux progressions étaient équivalents et les modèles pédagogiques utilisés étaient de même nature :

- problématisation (avec hypothèses),
- recherches d'informations diverses,
- structuration des connaissances et synthèse.

3.1. Macrostructure de la progression 2000

La progression pédagogique observée en 2000 (*document 8*) se caractérise par une succession de modules que l'on peut regrouper en phases correspondant à des rituels différents. En utilisant la typologie présentée plus haut, on peut en effet distinguer :

- une première phase ascendante constituée de 4 modules ascendants (RA) successifs :
 - de l'activité sportive au mouvement (décontextualisation),
 - introduction d'un problème et demande d'explication,
 - un travail autour de la comparaison des représentations des élèves visant à provoquer un conflit socio-cognitif ;
 - une phase constituée de deux modules successifs faisant appel, chacun, à un rituel descendant ascendant (RDA) ;

comparaison
des deux
progressions
successives

- une phase constituée d'une succession de moments de débats avec des productions d'écrits, alternativement individuels ou collectifs ;
- à cela s'ajoute une phase récapitulative visant à retrouver les étapes principales de la démarche.

Il semblerait que ce dernier module ne corresponde plus à un rituel mais réponde davantage à une logique d'apprentissage qu'à une logique de transmission des savoirs.

3.2. Des points communs

La progression de 2000 est, par certains côtés, assez proche de la progression de 1999 (documents 6 et 8). En particulier, on trouve dans les deux progressions des routines de même nature.

• Partir du vécu des élèves

dans la deuxième progression...

La progression de 1999 faisait référence à la danse en relation avec un projet de la classe ; la progression de 2000 fait référence aux activités sportives pratiquées par les élèves.

Dans les deux cas, on demande aux élèves de se dessiner puis de comparer leurs dessins pour dégager "ce qui se passe" dans le corps.

• Commencer avec des rituels ascendants

Dans les deux cas, on assiste à une succession de rituels ascendants qui permettent de rassembler les idées des élèves pour les mettre à disposition de la classe, grâce à des écrits.

• Provoquer un conflit socio-cognitif

Dans les deux progressions, le maître utilise la confrontation des productions des élèves (affiches réalisées par différents groupes) dans le but de provoquer un conflit socio-cognitif. Dans les deux cas, cette confrontation permet d'engager les élèves dans une démarche de résolution de problème.

• Reprendre un même écrit

Dans les deux cas, le maître a utilisé un écrit collectif (Ec8), modifié à chaque étape, pour guider le travail d'investigation et de structuration de la classe.

3.3. Des différences

... une meilleure adéquation avec la logique d'apprentissage

L'enseignant a tenu compte des conseils donnés par les formateurs engagés dans cette recherche et a essayé de modifier en conséquences ses pratiques.

• Des ruptures peu nombreuses

Après une étape de "mise en scène", l'introduction d'un problème constitue une première rupture.

Document 8. Étude du mouvement en CE2 (2000)

Séances	Écrits produits et tâches correspondantes	Discussions/débats en relation avec les écrits produits
S1	Ei (1) : "tu te dessines en train de faire du sport" (+ photos du maître)	
S2	Ec(2) : réponses des élèves transcrites sur affiche par le maître	Dc(1) : sélection des dessins E1 les plus pertinents et réponses à la question : "que se passe-t-il quand je fais du sport"
	Ei(3) : "Qu'est-ce qui dans ton corps te permet de faire des mouvements ? Tu expliques comment on effectue des mouvements" Ei(4) : affiche avec liste d'organes ou parties du corps classés + tentatives d'explication	Dc(2) : distinction entre les différentes parties du corps en mouvement : segments et articulations
S3	Ec(5) : dessins légendés avec cette consigne : "je dessine l'intérieur de mon bras quand je plie mon avant-bras sur mon bras" Ec(6) : légendage d'une silhouette d'enfant importée Eg(7) : phrases expliquant pourquoi on est d'accord ou pas Ec(8) : affiche avec 3 colonnes : Nous pensons que Parce que Les questions que nous nous posons	Dc(3) : rappel des séances précédentes et des termes relatifs au mouvements Dg(4) : "comparez les dessins et dites si vous êtes d'accord ou pas avec chacun d'eux" (à partir d'une sélection de 5 dessins E5 faite par le maître) Dc(5) : comparaison des 5 dessins et argumentation des prises de position Dc(6) : réponses à la question : "comment va-t-on faire pour savoir"
S4	Ei(9) : dessins et texte pour expliquer ce que l'observation du squelette permet de comprendre Ec(10) : affiche avec remarques sur les articulations / os Ei(11) : nouveau schéma d'une articulation	Dc(7) : rappel des problèmes posés, hypothèses et moyens envisagés. Apport du squelette. Dc(8) : mise en commun de ce que le squelette a permis de comprendre
S5	Ec(8bis) : nouvelles questions pour compléter l'affiche E8 Ei(12) : nouveau schéma pour expliquer le mouvement (squelette du bras fourni)	Dc(9) : rappel du problème à résoudre et mises au point sur ce que l'on a compris à l'aide de 5 dessins E11 sélectionnés par le maître
S6	Ei(13) : chacun dessine ou écrit ce qu'il a compris à l'aide de la manipulation Eg(14) : explication du mouvement sur affiche (texte + schémas)	Dc(10) : mises au point sur les acquis, questions...moyens à utiliser Dg(11) : par gr de 2 élèves : 1/2 classe observe les pattes de Grenouille 1/2 classe fabrique des maquettes Dg(12) : construction d'une nouvelle explication du mouvement
S7	Ei(15) : chacun tente à nouveau d'expliquer comment se font les mouvements	Dc(13) : rappel des questions à résoudre et mise en commun des explications de groupes
S8	Ec(16) : quelques notes écrites par le maître pendant la discussion (ex : ligament = os-os...) Eg(17) : textes des groupes expliquant le mouvement	Dc(14) : débat à partir de quelques écrits E15 sélectionnés par M. Vérification dans manuels Dg(15) : nouvelle tentative d'explication du mouvement
S9	Ec(17 bis) : modification de Eg17 Ei(18) : nouvelle synthèse individuelle sur cahier	Dc(16) : nouvelle confrontation des écrits de groupe E17 et nouvelle vérification (manuels, maquette du maître)
S10	Ec(19) : énoncé stabilisé expliquant comment on fait des mouvements (squelette, ligaments, muscles)	Dc(17) : reformulation d'un énoncé collectif à partir des écrits de groupes
S11	Ei(20) : tentative de reconstitution des étapes du cheminement en s'aidant des écrits successifs Ec(21) : étapes essentielles de la démarche de résolution de problème	Dc(18) mise en commun et reconstitution collective des principales étapes de la démarche à l'aide des affiches Ec et Eg

Légende : Ei : écrit individuel, Eg : écrit de groupe, Ec : écrit collectif, Dg : débat en groupe, Dc : débat collectif, ◆◆ rupture

Une deuxième rupture apparaît avec une première recontextualisation limitant l'étude du mouvement à la flexion du bras. L'observation du squelette est faite en continuité avec les modules précédents : l'étude n'est pas faite de façon exhaustive mais vise à permettre de comprendre comment se fait le mouvement autour d'une articulation. Il en est de même pour les recherches conduites en groupes dont les résultats viennent compléter les informations recueillies.

Les écrits produits à chaque module sont utilisés pour effectuer le passage d'une étape à la suivante.

• Construction d'explications par les élèves

une meilleure articulation entre les écrits et les activités

Le souci de faire construire des explications se traduit à plusieurs niveaux :

- dans les consignes
exemple Ei3 : "... Tu expliques comment on effectue ces mouvements" ;
- dans les écrits produits
exemple : Ec4 (tentatives d'explications) ;
- dans l'organisation des débats
exemple Dc8 : ce que nous avons compris à l'aide du squelette ;
- dans les travaux de groupes
exemple Dg12 : construction d'une explication qui tienne compte de tout ce qu'on a vu.

• Incitation à la production d'arguments

des modifications importantes dans les conduites langagières

À plusieurs reprises, le maître demande aux élèves de justifier leurs opinions.

Dg 4 : "Comparez les dessins et dites si vous êtes d'accord ou pas."

Dc 5 : les élèves doivent présenter leur point de vue en argumentant :

M : "Oui, on est d'accord ou pas d'accord, mais ça ne suffit pas. On va chaque fois dire pourquoi on est d'accord ou pas..."

L'analyse de cette confrontation des conceptions initiales fait apparaître les efforts du maître pour amener les élèves à construire les nécessités du modèle un os ne peut pas plier, il faut un organe moteur. À plusieurs reprises, il les incite à argumenter dans l'optique de la recherche du fonctionnement de l'articulation et non de la simple description anatomique.

M : "Oui, on décrit... Est-ce que moi je vous demande seulement de décrire ?

E : Non.

M : Pourquoi ça ne suffit pas ?

E : ça n'explique pas."

....

M : "Quel est le groupe qui explique vraiment pourquoi nos os ne se plient pas ?

E : "Le vert, parce qu'ils disent qu'ils se casseraient."

E : Ils sont tellement durs qu'ils peuvent pas se plier."

Ec8 : une colonne avec la rubrique "parce que" reprend les arguments avancés par les élèves dans le débat précédent.

• Conduite de l'étude anatomique

Comme dans le cas de la progression de 1999, le recours à l'étude anatomique est présenté comme un moyen pour répondre aux questions des élèves. Cependant, dans le cas de la progression de 2000, le maître conduit l'étude du squelette avec le souci non pas seulement d'introduire des connaissances mais de comprendre le fonctionnement des articulations.

Cette évolution dans la pratique du maître est essentielle pour permettre aux élèves d'établir des liens entre le registre empirique et le registre des modèles.

• Réutilisation des écrits

la reprise des écrits
comme outil
d'apprentissage

Dans la deuxième progression, les écrits individuels produits sont le plus souvent utilisés, notamment lors de discussions collectives (*document 9*).

Dans la progression de 1999, les écrits individuels sont concentrés dans la phase d'investigation alors que dans la progression de 2000 les écrits individuels sont associés à la fois à la phase d'investigation et à la phase de structuration.

Chaque élève peut ainsi participer à la construction des explications collectives et se les approprier.

Document 9. Comparaison de l'utilisation des productions écrites dans la pratique de la classe

Types d'utilisation	1999	2000
Productions individuelles :	7	10 ou 11
non utilisées	4	2
utilisées sans être présentées aux autres élèves :	0	2
utilisées en groupes	0	0
utilisées collectivement	0	2
utilisées avec présentation à la classe :	3	6 ou 7
- présentation de la totalité des productions	1	0
- utilisation en groupes d'une sélection opérée par l'enseignant	1	1
utilisation collective d'une sélection opérée par l'enseignant	1	5 ou 6
Productions de groupes :	5	3
non utilisées	0	0
utilisées lors d'une discussion collective	5	3
Productions collectives (transcrites par l'enseignant)	10	11
non utilisées par la suite	5	7
constats, balisages, focalisation de l'attention...	4	4
énoncés stabilisés	1	3
utilisées lors de discussion collective (1 ou plusieurs fois)	4	3
utilisation individuelle	0	0
utilisation en groupes		1

• **Reconstitution des étapes de la démarche**

À la fin de la progression de 2000, le maître a demandé aux élèves de reprendre leurs écrits pour dégager, individuellement puis collectivement, les étapes de la démarche suivie. À sa grande surprise, malgré la durée de la séquence et le nombre de séances, les enfants ont assez facilement retrouvé leur cheminement. Cette étape nous montre également l'intérêt de conserver certains écrits intermédiaires qui serviront de mémoire des séances passées.

Ce type d'activité a pour objectif de faire comprendre la logique sous-jacente à une démarche de résolution de problème.

4. ÉLÉMENTS À PRENDRE EN COMPTE POUR LA FORMATION

À l'issue de ce travail, il nous semble que, lors de leur formation, on pourrait donner aux maîtres quelques jalons pour leur permettre de modifier leurs pratiques dans le sens d'une plus grande participation des élèves à la construction des problèmes et d'une meilleure utilisation des écrits. Pour cela, les conditions suivantes sont nécessaires.

• **Construire l'espace-problème**

Étant entendu que le maître doit maîtriser le concept à enseigner, il doit aussi pouvoir :

- repérer le niveau de formulation qu'il est possible d'atteindre en fonction du niveau de la classe ;
- s'informer sur les connaissances initiales (empiriques ou non) des élèves de ce niveau de classe ;
- rechercher les nécessités du modèle à faire construire ;
- prévoir les hypothèses qu'il serait possible de faire construire par les élèves.

• **Construire la séquence d'enseignement autour des problèmes à résoudre**

Pour la plupart des concepts, les conceptions initiales des élèves ont déjà fait l'objet d'analyses de la part des didacticiens. Il est donc possible, lors de l'élaboration d'une progression, de se fixer déjà un certain nombre d'objectifs et de faire l'inventaire des questions-problèmes que les élèves sont susceptibles de s'approprier.

des conditions à réunir pour permettre aux élèves de s'approprier les problèmes

• **Penser les écrits en fonction de leur utilité pour l'apprentissage**

Il est important de prévoir les types d'écrits qui seront utiles pour le cheminement des élèves, aussi bien les écrits intermédiaires susceptibles d'étayer la réflexion des élèves ou qui serviront à reconstituer la démarche, que ceux qui seront

construits lors de la stabilisation des énoncés et qui témoigneront des connaissances construites.

• Gérer les confrontations dans l'optique des problèmes à faire poser ou à résoudre

La conduite des confrontations collectives, que ce soit en phase de problématisation ou en phase de structuration, est particulièrement difficile. Elle ne peut s'appuyer que sur des écrits individuels ou de groupes (textes et surtout schémas). Outre la maîtrise des concepts à enseigner, elle nécessite une préparation rigoureuse. Il serait utile de s'appuyer sur l'analyse des écrits antérieurs (conceptions des élèves et autres écrits) pour construire une stratégie, c'est-à-dire :

- prévoir les relances possibles sur les problèmes à poser ou à résoudre,
- faire le point sur les problèmes résolus,
- aider les élèves à mettre en relation les éléments d'information (issus des expérimentations, des observations, des lectures documentaires) avec les problèmes.

• Aider les élèves à retrouver leur cheminement

Cette phase nous paraît essentielle pour aider les élèves à appréhender la démarche scientifique. En effet, le chemin est parfois long et tortueux entre la situation déclenchante et l'aboutissement des recherches qui permettent de mieux comprendre un phénomène. Il est important, pour la construction des compétences méthodologiques, mais aussi pour donner du poids aux connaissances construites, que les élèves puissent reconstituer le trajet parcouru avec les étapes clés. Certains des écrits, notamment parmi ceux qui ont été produits lors des débats (comme l'affiche à trois volets avec conceptions, hypothèses, questions), sont susceptibles d'aider les élèves à se remémorer ces étapes.

... et d'appréhender
les démarches
scientifiques

• Évaluer les connaissances acquises, mais aussi l'appropriation de la démarche

Si l'on veut mesurer les progrès des élèves, il est bien sûr nécessaire d'évaluer les connaissances acquises à l'aide d'exercices qui ne consistent pas en une simple restitution d'une leçon apprise par cœur mais qui obligent les élèves à réinvestir leurs connaissances (texte à trou conçu de façon à éviter les réponses au hasard, exercices faisant appel à des compétences liées au concept...). Il est également nécessaire de mesurer l'évolution des connaissances métacognitives des élèves, notamment par rapport à la démarche scientifique. Nous avons conçu certains types d'exercices qui permettent d'apprécier leurs connaissances en ce qui concerne les différentes étapes d'une démarche scientifique (*document 10, pages 92 et 93*). Des exercices de même type peuvent être construits pour d'autres concepts.

Document 10. Exercices d'évaluation de l'appropriation de la démarche

1. Mets une croix devant le document (A, B, C, D, ou E) qui correspond à chacun des titres suivants :

- Consignes pour réaliser une expérience
 A B C D E
- Conclusions pour dire ce dont on est sûr après une observation ou une expérience
 A B C D E
- Hypothèses pour imaginer des réponses qu'il faudra vérifier
 A B C D E
- Questions que l'on se pose
 A B C D E
- Notes prises au cours d'observations ou d'expériences
 A B C D E

Document A :

1. Je me demande ce qui permet à notre bras de plier au niveau du coude
2. Les os sont-ils durs ou un peu mous ?
3. Je ne sais pas ce qui empêche notre jambe de plier en avant
4. Est-ce que les muscles et la chair c'est la même chose ?

Document B :

1. Peut-être que ce sont les muscles qui tirent sur les os
2. Je crois que, si nos os n'étaient pas attachés entre eux, ils sortiraient quand on fait des mouvements
3. Il est possible que ce soient les ligaments qui relient les os entre eux

Document C :

1. La dernière fois, nous avons observé un squelette et nous avons vu qu'il y avait un os dans le bras et deux dans l'avant-bras
- 2.

Les organes de notre bras	Leur consistance	Leurs liaisons
Les os	Durs et cassants	Reliés entre eux par des ligaments
Les muscles	Mous : c'est la chair	Reliés aux os par des tendons

3. Nous avons observé les pattes de grenouille : quand on tire sur un des muscles de la cuisse, la jambe se plie ; quand on tire sur un des muscles de la jambe, le pied se plie.

Document D :

1. Ce sont les muscles qui tirent sur les os et font plier les membres
2. Ce sont les ligaments qui maintiennent les os en place et les empêchent de se disloquer
3. Les articulations sont localisées à la jonction des os
4. Les os sont emboîtés et couverts de cartilage à l'emplacement des articulations

Document E :

Prendre deux morceaux de bois et les relier bout à bout par des ficelles élastiques. Fixer une ficelle à une extrémité d'un morceau de bois. Essayer de fixer l'autre extrémité de la ficelle en différents points du même morceau de bois ou de l'autre morceau de bois. Noter ce qui se passe quand on raccourcit la ficelle.

2. Voici les textes qu'un élève a écrits sur son cahier d'expériences au cours d'une série d'activités en sciences.

Retrouve l'ordre dans lequel ils ont pu être écrits dans le cahier.
Mets des numéros devant les lettres (A, B, C, D) pour indiquer cet ordre.

A. Je ne sais pas combien il y a d'os dans le bras. Je pense qu'il y a un os dans le bras et un os dans l'avant-bras.

B. Une articulation se trouve toujours à la jonction des os.

C. Charles propose d'observer le squelette et de rechercher le coude et les os du bras et de l'avant-bras.

D. Nous avons vu sur le squelette que le coude est entre l'os du bras qu'on appelle l'humérus et les os de l'avant-bras (le radius et le cubitus). Nous avons remarqué que c'est la même chose pour le genou, ainsi que pour l'épaule ou la hanche.

3. On fait une maquette de bras articulé. On essaie différents emplacements pour fixer les muscles sur les os.

Mets une croix devant la ou les réponses qui te paraissent les plus justes.

On a fait cette activité pour :

- Construire une belle maquette
- Savoir ce qui permet le mouvement du bras
- Faire une activité de Technologie
- Comprendre comment fonctionne une articulation

4. On fait les propositions suivantes :

- Peut-être que ce sont les nerfs qui relient les os entre eux
- Je pense que si les deux extrémités du muscle sont fixées sur le même os, cela ne fonctionnera pas
- Il est possible que les os soient plus mous au niveau des articulations.

Pourquoi fait-on ces propositions ?

Pour :

- Dire ce que l'on sait ?
 - Vérifier si on a raison ?
 - Imaginer les réponses que l'on pourrait donner ?
 - Dire ce qu'on a appris ?
 - Dire ce qu'on a vu au cours d'une expérience ou d'une observation ?
- (Mets une croix devant l'idée qui te paraît la plus juste)

CONCLUSION

Le travail que nous avons conduit avec le maître dont nous avons suivi l'évolution s'est avéré relativement efficace. Nous avons pu en effet constater un remaniement de la conduite d'une séquence d'enseignement. Les modifications observées portent essentiellement sur les points suivants :

- abandon de certaines routines portant aussi bien sur les phases d'écriture que sur les phases orales, considérées comme inefficaces (par exemple la description systématique des productions d'élèves) ;
- organisation sociale du travail des élèves moins figée et plus adaptée à la logique d'apprentissage ;
- débats plus nombreux centrés sur la résolution d'un problème et faisant appel à l'argumentation.

la participation
des enseignants
à la recherche
comme moyen
de formation

Cette évolution a été rendue possible par une collaboration étroite entre le maître et l'équipe de recherche qui a suivi en permanence l'ensemble des deux progressions. Cependant, pour que les changements observés se poursuivent, il faudrait que le maître réalise seul les types d'analyse que nous avons mis à sa disposition. Cela suppose que nous construisions des outils transposables à d'autres sujets d'étude, mettant en relation production d'écrits et conduite d'une séquence d'enseignement scientifique.

En outre, cette expérience nous a permis de comprendre la nécessité d'un accompagnement pour la mise en place d'une pratique innovante. La participation du maître aux séances de travail de l'équipe de recherche a joué un rôle important dans l'évolution de ses pratiques. Cet élément est à prendre en compte dans la formation des enseignants : la rénovation de l'enseignement scientifique nécessite d'autres moyens que des actions de formation sans suivi véritable.

Patricia SCHNEEBERGER,
IUFM d'Aquitaine et DAEST - Bordeaux 2
Colette GOUANELLE,
IUFM d'Aquitaine

BIBLIOGRAPHIE

- BAUTIER, E. (1995). *Pratiques langagières, Pratiques sociales*. Paris : L'Harmattan.
- DOISE, W. & MUGNY, G. (1981). *Le développement social de l'intelligence*. Paris : Interéditions.
- DURAND, J.-M. (1998). La construction de la formulation dans une tâche à visée explicative. *Repères*, 17.

DURAND, M. (1996). *L'enseignement en milieu scolaire*. Paris : PUF.

FABRE, M. & ORANGE, C. (1990). Construction des problèmes et franchissements d'obstacles. *Aster*, 24.

GARCIA-DEBANC, C. (1998). Une argumentation orale dans une démarche scientifique au cycle 3. Ce que les connecteurs nous disent des spécificités d'une interaction en situation scolaire. *Repères*, 17.

JOHSUA, S. & DUPIN, J.-J. (1989). *Représentations et modélisations : le "débat scientifique" dans la classe et l'apprentissage de la physique*. Berne : Peter Lang.

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

PERRET-CLERMONT, A.-N. (1979). *La construction de l'intelligence dans l'interaction sociale*. Berne : Peter Lang.

PLÉ, É. (2000) Des patterns dans les pratiques. In *Pratiques d'écriture dans l'enseignement des sciences*. Document n° 3, document interne INRP.

PLÉ, É., PETERFALVI, B. & VÉRIN, A. (2001). La fonctionnalité des écrits en classe de sciences : types d'articulations à l'ensemble de la démarche. *Pratiques d'écriture dans l'enseignement des sciences*. Rapport de recherche de l'équipe de Paris. Paris : INRP.

REBIÈRE, M. & SCHNEEBERGER, P. (2001). Pratiques d'écriture en sciences expérimentales. Quelle formation pour les maîtres ? ou L'interdisciplinarité dans la formation des maîtres. In *Actes du Colloque international Recherches et formation des enseignants*, IUFM d'Aix-Marseille.

SCHNEEBERGER, P., ROBISSON, P. & GOUANELLE, C. (1999). Pratiques d'écriture et apprentissage à l'école primaire : quel enseignement mettre en place ? *Jonctions*, 3. IUFM d'Aquitaine.

SCHNEEBERGER, P. (coord.). *Les pratiques d'écriture en sciences expérimentales*. Rapport de recherche associative INRP-IUFM d'Aquitaine, document interne.

SUTTON, C. (1996). Beliefs about science and beliefs about language. *International Journal of Science Education*, 18-1.

Revue *Aster* n° 6 (1988), *Les élèves et l'écriture en sciences*. Paris : INRP.

Revue *Repères* n° 12 (1992), *Apprentissages langagiers, apprentissages scientifiques*. Paris : INRP.

GÉRER L'IMPRÉVISIBLE, SE DÉCENTRER, SE LIMITER

Pierre Antheaume

L'article se propose d'élaborer la problématique d'une formation professionnelle dans le cadre d'un module de biologie destiné à de futurs professeurs des écoles. Il s'appuie d'abord sur une brève analyse de pratiques de classes pour dégager les besoins des professeurs stagiaires, puis traite du contexte spécifique de cette professionnalisation pour en isoler les aspects paradoxaux. À partir de ces divers constats, trois objectifs fondamentaux pour ce métier sont déterminés. L'article s'attache alors à en faire ressortir le sens dans les différents champs : scientifique, didactique et personnel. Il teste ensuite la cohérence de cette théorie par la présentation et l'analyse-évaluation d'une situation de formation en biologie. Cette mise en œuvre permet enfin d'évoquer les contraintes d'une telle formation du point de vue des situations didactiques et des engagements du formateur.

Les enseignants du premier degré se reconnaissent souvent dans la polyvalence de leur métier, même si cette spécificité consiste moins à posséder plusieurs valences qu'à développer la dimension généraliste dont parle le Conseil National des Programmes (1993) et qui correspond à la capacité de savoir gérer l'ensemble et la diversité des apprentissages dans une sorte d'écologie de la classe.

Pour poser la problématique de la formation d'enseignants généralistes dans un cadre disciplinaire, ici celui des Sciences de la vie et de la Terre, je vais d'abord chercher dans l'analyse de pratiques des classes primaires des éléments de réflexion sur les besoins des débutants non-spécialistes du domaine et ne se destinant pas à le devenir, comme la très grande majorité des étudiants entrant en Institut Universitaire de Formation des Maîtres.

Partant de ces observations, dans un deuxième temps je me propose de choisir trois axes de travail susceptibles de constituer en théorie les principes d'une formation professionnelle et d'en montrer les implications sur le plan scientifique, didactique et personnel.

Enfin, dans un troisième temps, je décrirai une action de formation à l'intention de ces futurs enseignants et j'en proposerai une analyse soumettant ainsi les idées précédentes à l'épreuve de la pratique de formation.

1. DES PRATIQUES DE CLASSES AUX BESOINS DE FORMATION

À l'image de celles qui sont mises en œuvre en formation, les pratiques de classe ont été de nombreuses fois catégorisées

former
des enseignants
polyvalents
dans un cadre
disciplinaire

(Astolfi, 1992). Globalement et bien que les positions ne soient jamais aussi tranchées à l'école primaire, elles se situent entre un "crypto-dogmatisme" (Astolfi et al. 1978) qui se préoccupe plus de l'avancée du déroulement de la leçon que de la compréhension des élèves et une conduite de classe soucieuse de l'écoute, de l'expression et de l'activité des élèves (Astolfi et al., 1978 ; Develay, 1994 ; Giordan, 1998).

1.1. Regard sur les modèles pédagogiques

Dans le premier cas, qu'il s'agisse d'une classe dialoguée ou d'une classe dans laquelle des réponses à un questionnaire écrit sont sollicitées, le maître guide les élèves pour les amener à exprimer un contenu attendu qui sera à mémoriser ensuite. Cette première manière de travailler en classe ne tient guère compte des apprenants. En effet, il faut être bien conscient qu'avec un questionnement fermé, une partie du travail de réflexion a déjà été effectué par l'enseignant. Cette implication de l'adulte, qui cherche plutôt à orienter la réflexion des élèves, limite nécessairement leur interrogation personnelle et ces derniers, n'étant pas ou peu invités à émettre leurs idées en situation, peuvent ne pas investir l'apprentissage et s'en trouver finalement exclus.

La mise en œuvre d'une telle pédagogie au caractère frontal paraît combler l'insécurité liée aux carences toujours possibles en matière de connaissances scientifiques ("les élèves ne risquent-ils pas de me poser des questions auxquelles je ne saurai pas répondre ?" disent les enseignants). Mais, même si c'est une difficulté que les enseignants mettent toujours en avant, le problème me semble aussi résulter de choix personnels, conséquences ou non de "routines" de terrain acquises au cours du temps. Les finalités de l'école primaire comme celles des activités scientifiques ne sont en fait plus prises en compte dans leur intégralité. Ainsi, les futurs enseignants arrivent souvent avec l'idée d'enseigner ("que dois-je dire aux élèves pour enseigner ?"), puis s'enthousiasment pour des modèles d'apprentissage plus conformes à l'esprit de la Loi d'orientation de 1989 qui place "l'élève au centre du dispositif d'apprentissage", modèles auxquels la formation initiale les sensibilise, mais ils retrouvent fréquemment des réflexes d'enseignement frontal dès leur première prise de responsabilité de classe et n'échappent pas à une certaine banalisation des habitudes sur le terrain.

Certes, tout enseignant a le choix de la méthode pédagogique et, en tant que formateur, le respect des orientations de chacun me conduit à avoir essentiellement un rôle incitatif. Dans ce cadre, il m'appartient néanmoins de susciter une réflexion sur les modèles d'apprentissage et d'en montrer les conséquences. Une manière d'explorer ses propres pratiques et de se situer personnellement et professionnellement par rapport à ces finalités et par rapport à un modèle d'enseignement-apprentissage me semble pouvoir prendre la forme

un dialogue
totalement
maîtrisé,
un modèle
d'enseignement
qui enferme

la récurrence
des pratiques
frontales

limiter les effets
du terrain et
s'entraîner
à faire des choix
pédagogiques
éclairés

d'un "auto-questionnaire" (document 1) amenant chacun à réfléchir sur ses choix pédagogiques et didactiques.

Document 1. Choix pédagogiques et didactiques

Sur le plan personnel

- Quelle est la nature de la communication établie dans la classe ? Que signifie "écouter" les élèves ? L'élève peut-il émettre des idées personnelles ou doit-il répondre à des questions fermées ?
- Quelle place prend l'adulte dans la classe ? Quelle place y trouve l'enfant ? Comment l'enfant peut-il se construire face à l'adulte, le maître ?
- Quelles conséquences lointaines un enseignement toujours fermé peut-il avoir sur la formation du futur citoyen ?

Sur le plan pédagogique

- Quelles sont les différentes organisations possibles de la classe ? Quel(s) intérêt(s) et inconvénient(s) présentent-elles par rapport à celle qui est observée ?
- Quel sens le travail effectué a-t-il pour les élèves ?
- Que représente le temps de parole du maître par rapport à celui des élèves ? Quels sont les modes d'intervention du maître ?
- Sur quoi porte la préparation de classe du maître ?
- Qui est à l'origine du projet didactique ? Est-il possible de faire différemment ?

Sur le plan didactique

- La science n'est-elle faite que de certitude(s) ? Quels objectifs poursuit un apprentissage scientifique en général ? Pourquoi finalement enseigne-t-on les sciences ? Les activités scientifiques à l'école ne correspondent-elles qu'à une accumulation de connaissances ?
- Quelle est la nature des connaissances enseignées ?
- Quelle est la nature du dialogue didactique ?
- Quelle est la place de l'erreur dans le déroulement de la leçon ?

apprendre
par résolution
de problèmes
suppose
des attitudes
différentes

Dans le deuxième cas, l'apprentissage scientifique se fait plutôt au cours de la résolution d'un problème qui peut être formulé par le maître ou, mieux encore, par les élèves, résolution d'un problème qui vise une certaine appropriation du savoir par les élèves (Host, 1973). Cette deuxième manière d'aborder la classe s'efforce de rendre l'élève réellement actif, de lui offrir des situations qui lui permettent de réaliser d'authentiques apprentissages (Giordan, 1978, 1998). Aussi, lorsqu'il y a dialogue, les questions de l'enseignant ne sont plus de même nature, elles ne portent pas uniquement sur le contenu cognitif, mais s'intéressent aussi à ce que pensent les élèves, lesquels trouvent alors une place nouvelle dans la classe. Le travail effectué trouve du sens autant pour les élèves que pour l'enseignant, ce dernier demeurant toujours le garant de la construction des connaissances.

Cette pédagogie n'implique pas un retrait de l'enseignant, comme certains malentendus le font croire. Il est au contraire très présent dans la classe. Sa présence, d'ordre professionnel, s'exprime dans un rapport nouveau aux élèves, une manière de se situer dans le groupe et auprès de chacun, une

manière d'établir et de gérer les relations et les apprentissages. Il n'est toujours pas une "encyclopédie ambulante" mais sa culture scientifique s'exprime dans cette acceptation des imprévisibles liés aux activités scientifiques et dans sa manière de les traiter.

1.2. Risques et réticences

en classe,
des risques
plus ou moins
calculés mais
jamais
négligeables

Dans cette deuxième perspective, l'enseignant est amené à prendre davantage de risques. Celui par exemple d'une déstabilisation de la discipline de la classe avec l'établissement de relations élèves-élèves, celui de laisser les élèves poser des questions dont lui-même ne connaît pas toujours la réponse, celui de l'incertitude de toute démarche de recherche, celui encore d'accepter et de gérer des situations parfois plus problématiques, d'entendre des réponses déroutantes, enfin celui de recevoir des résultats aléatoires et parfois décevants.

Dans ce cours préparatoire par exemple, l'enseignant a donné la consigne suivante : "Par groupes de quatre élèves, vous allez former des familles avec les aliments dessinés sur l'affiche. Mettez ceux qui, selon vous, vont ensemble." (Deunff éd., 1995). Une tâche est définie, mais ni le(s) moyen(s) d'y parvenir, ni la réponse attendue ne sont précisés. Les résultats apparaissent alors déconcertants au premier regard.

Document 2. Des classements d'aliments

La maîtresse : "Vous écoutez ? Vous allez expliquer à vos camarades ce que votre groupe a fait, premier groupe."

Un élève du premier groupe : "Nous, on a mis les ronds avec les ronds."

La maîtresse : "Oui... par exemple ?"

Le même élève : "Ben, le fromage, les pêches, la pomme. Et puis les plats : l'eau, les poissons, la viande."

Les autres groupes ont trouvé d'autres classements :

2^e groupe : "Ce qui est chaud : poisson, poulet, et ce qui est froid : pomme, salade et raisin"

3^e groupe : "Ce qui est cuit : bifteck, carotte, et ce qui est cru"

4^e groupe : "Les desserts et le manger"

5^e groupe : "Les légumes avec les légumes, les fruits avec les fruits, les viandes avec les viandes et l'eau à part"

une situation
inattendue
ne doit pas
entraîner
un changement
de pratique

Les réponses sont inattendues, mais logiques. En effet, on peut considérer que les élèves ont satisfait à la consigne dans la mesure où les classements produits sont cohérents. Seul l'enseignant ressent une difficulté, s'il ne parvient à les prendre en compte. Il s'interroge alors : ne faudrait-il pas plutôt reformuler la consigne pour être assuré d'un résultat plus conforme à ses attentes d'adulte, ne pas prendre de risques et finalement mieux "maîtriser" la situation ?

Mais par rapport à la consigne précédente, quelle serait la valeur éducative d'une consigne qui demanderait, par exemple, de classer les aliments selon leur origine animale ou végétale ? Même si la situation didactique peut dérouter, la

consigne
qui enferme et
consigne
qui libère

consigne initiale en fait une situation infiniment plus riche. Les enjeux résident notamment dans l'impact de cette situation sur le développement intellectuel et personnel des élèves et dépassent largement la simple acquisition de connaissances. L'éducation scientifique des élèves justifie plutôt l'ouverture des situations didactiques et suppose comme préalable la capacité de l'enseignant à recevoir et à gérer l'événement qui survient. Enseigner peut en effet consister à "verrouiller", à "fermer ce qui pourrait tenter de s'ouvrir" (Imbert, 1985) pour ne pas être soi-même transformé, mais éduquer met l'accent sur la dimension développementale et cherche plutôt à "élever", à "libérer" en acceptant cette fois une implication personnelle plus profonde.

1.3. Des conséquences inacceptables

des élèves
inhibés, victimes
d'un manque
de confiance

Ainsi, les choix pédagogiques et didactiques ont des conséquences non négligeables, et même parfois inacceptables. En limitant l'initiative personnelle, la recherche de la maîtrise maximale dans certaines classes risque de créer une certaine dépendance des élèves à l'égard de l'enseignant. Mais le plus grave peut-être réside dans le fait, souvent observé, que les enfants s'accommodent de telles situations – leur personnalité restant longtemps adaptable même aux pires situations. L'enseignant admet alors tout naturellement, puisqu'il l'observe, que les comportements plutôt inhibés de ses élèves sont finalement à l'image de leurs possibilités. Ils finiront d'ailleurs par croire eux-mêmes en leurs limites apparentes, sorte d'effet Pygmalion décrit par Rosenthal et Jacobson (1975). Cercle vicieux dont ils pourront difficilement se sortir ! Les élèves intègrent ainsi des normes au cours de toutes les activités, mais ce serait un paradoxe qu'une attitude aussi réductrice soit générée par l'éducation scientifique dont l'une des finalités est justement le développement de la personnalité.

image d'une
science figée,
distante/image
d'une science
en action,
humaine

Au-delà de l'enjeu personnel, ces choix didactiques et pédagogiques auront d'autres conséquences, sur l'image de la science et sur le développement de la culture scientifique. Les adultes de demain sauront-ils, par exemple, reconnaître dans la science une construction humaine et sociale sur laquelle ils peuvent aussi exercer leur esprit critique ou bien demeureront-ils "handicapés" sur ce plan, continuant à considérer que c'est uniquement affaire de spécialistes, continuant donc à faire confiance à des pratiques irrationnelles et à se référer le plus souvent à une pensée magique ?

L'initiation scientifique offre la possibilité de montrer que "les savoirs se construisent". Elle est aussi l'occasion pour les élèves de découvrir et pour les enfants de se découvrir, de répondre personnellement aux questions qu'ils se posent et pas seulement à celles de l'adulte, qui ne correspondent pas toujours à leurs préoccupations d'enfants. Elle permet de se construire en construisant la connaissance, de se "connaître"

ou de se *“re-connaître”*, de s’habituer à investir un rôle nouveau de personne capable d’une recherche à sa mesure. La mettre en œuvre avec de telles ambitions, c’est réaliser *“le paradoxe de l’éducateur”* de Jacques Ardoino qui *“tire son être de sa fonction de faire être ou, mieux encore, d’aider à être plus”* et (plus loin) l’éducateur *“n’aura jamais été aussi utile que quand il aura réussi à se rendre inutile”* (Ardoino, 1971).

De ces analyses, je retiendrai que :

- d’une part, les problèmes généraux et les problèmes spécifiques des débutants non-spécialistes du domaine scientifique, futurs enseignants généralistes, ont des incidences réciproques ;
- d’autre part, pour dépasser réticences et résistances, pour éviter les régressions, pour répondre à des besoins aussi diversifiés, la formation professionnelle devrait s’inscrire dans la globalité des *“se formant”*.

2. SPÉCIFICITÉS DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE

À l’analyse des besoins des débutants, s’ajoutent des constats, des hypothèses et principes de travail qui constituent un cadre de référence dans lequel peut se développer une conception de l’action du formateur, laquelle s’actualise dans les diverses mises en pratique qu’il est amené à conduire.

2.1. Cadre de références

• Deux principes

Le premier principe concerne les possibilités d’évolution des adultes. La réflexion sur la formation professionnelle repose sur le concept d’*“éducabilité cognitive”* postulé depuis plusieurs années, concept qui développe *“l’idée que l’individu ne fonctionne pas à son niveau maximum, que pour des raisons liées à son histoire le développement de ses compétences cognitives n’a pas été optimal”* (Moal, 1987) et qu’il est possible d’y remédier à tout âge par la formation, même avec des adultes. Le second est le principe d’isomorphisme qui concerne la transférabilité de ce que l’on a personnellement vécu, autrement dit il y aurait une sorte d’homothétie (Astolfi et al., 1997) entre la formation et ce que l’enseignant mettra en place dans sa classe, avec bien sûr certaines nuances liées à la personnalité de chacun.

• Des modèles de formation professionnelle

Décrits dans la littérature spécialisée, ils répondent à des finalités souvent opposées et conduisent à des mises en œuvre caractéristiques. De Peretti (1967) parlait déjà de *“méthodes de formation à dominante de conditionnement”*

deux principes :
éducabilité et
transférabilité

en formation :
acquérir
une certaine
technicité,
développer
la personne

qui sont en général efficaces dans de nombreux domaines et rassurent le débutant : "au moins, il sait ce qu'il a à faire !" Elles font un peu frémir quant aux conséquences qu'elles peuvent entraîner ainsi que cela a été développé précédemment. Leur inadéquation à la professionnalisation d'enseignants, qui ont à traiter en permanence des situations nouvelles, n'est pas à démontrer. Dans une seconde catégorie, cet auteur regroupe des "*méthodes de formation à dominante d'apprentissage dans l'initiative*". Elles "*font appel à l'expression et à l'imagination des formés au sein d'un groupe. Une dimension d'analyse périodique des phénomènes vécus entraîne un mûrissement dans des situations réelles de responsabilité.*" Les premiers modèles sont centrés sur un certain "technicisme". Ils mettent l'accent sur l'acquisition de gestes professionnels qui risquent parfois de régresser en stéréotypes en situation de classe. Ces méthodes de formation ne semblent guère faire confiance aux personnes. Les secondes, elles, sont plus centrées sur la personne mais ne doivent pas pour autant négliger l'aspect technique qui se travaille alors en situation, un des aspects de la complexité de cette professionnalisation !

• Des paradoxes

Le premier paradoxe tient aux personnes et renvoie à une réflexion sur le positionnement de chacun. Le formateur possède certains contenus disciplinaires et didactiques et une expérience de terrain. Il est celui qui sait, mais s'il veut centrer la formation sur le développement de la personne autant que sur des savoirs techniques, il est aussi celui qui ne peut pas dire, au risque de court-circuiter toute activité de formation.

des rôles
symboliques
aux
conséquences
non
négligeables

Les formés sont à la fois adultes spécialisés par leurs cursus d'origine et pour la plupart non-spécialistes de sciences. Ils risquent de se retrouver dans une posture d'élèves, posture plus ou moins renforcée selon le modèle de formation mis en œuvre, et simultanément il leur sera demandé de prendre des attitudes d'enseignants qui requièrent initiatives et responsabilités. Or, adopter une position d'élèves consommateurs de formation n'est pas sans conséquences. En effet, les "se formant" se réfèrent alors implicitement à une certaine conception de la formation et par conséquent de l'enseignement, dans laquelle formateur ou enseignant cherchent surtout à "maîtriser" et renforcer leur position institutionnelle par l'apport de contenus disciplinaires ou didactiques.

un cheminement
personnel
qui demande
du temps,
des buts
clairement
identifiés

Le paradoxe du temps de formation est marqué par le décalage entre la durée nécessaire à toute maturation et celle qu'impose une organisation fondée sur une logique disciplinaire dans laquelle des modules de formation, disjoints et à horaire limité, s'enchaînent dans l'urgence.

Le paradoxe des buts de la formation est lié, comme le précédent, à des contraintes institutionnelles. Ces buts appellent

simultanément au développement de l'initiative individuelle pour une action qui ne peut se satisfaire uniquement de comportements stéréotypés et à l'acquisition de compétences générales caractéristiques d'un corps d'enseignants des écoles. Ils appellent ensuite à former des professeurs généralistes au cours de modules disciplinaires. Mais y a-t-il d'autres solutions ?

Enfin, *le paradoxe des disciplines scientifiques* tient à la manière avec laquelle les étudiants et stagiaires les appréhendent. Ils sont intéressés *a priori*, mais craignent souvent de ne pas pouvoir les comprendre par manque de connaissances et de vocabulaire scientifiques. Ils ramènent donc ces disciplines à un enseignement et une mémorisation de connaissances et non à un apprentissage scientifique, alors que dans le même temps, lors de sondages, ils vont massivement caractériser les sciences par des actions accessibles à tous : observation, expérimentation, manipulation.

L'image de l'éducation scientifique la plus souvent évoquée par les "se formant" conforte le modèle pédagogique frontal que nous décrivions ci-dessus, alors qu'à l'école primaire, le véritable problème didactique n'est pas d'adapter et d'enseigner une connaissance close en se rassurant personnellement, mais de faire participer les élèves à sa construction et cette conception de l'enseignement-apprentissage questionne à la fois le *disciplinaire* et le *professionnel*.

contexte
disciplinaire
pour un métier
qui requiert des
compétences
multiples

2.2. Des hypothèses de travail

Comment caractériser une formation professionnelle qui réponde à de tels enjeux ?

- La formation des professeurs des écoles s'inscrit dans un contexte institutionnel existant avec lequel il n'est guère possible de composer, celui des plans de formation initiale des Instituts Universitaires de Formation des Maîtres. Or, les expériences de formation professionnelle décrites dans la littérature se situent souvent dans des conditions particulières qui en limitent la reproductibilité : objectifs différents, public différent, absence de contraintes disciplinaires, durée plus ou moins longue. Une nécessaire adaptation s'impose à chaque fois.
- La formation des futurs professeurs des écoles est professionnelle, donc finalisée, elle concerne un métier de relations et de transmission de savoirs, et devrait donc impliquer un travail dans des directions différentes, personnelle, pédagogique et didactique.
- La formation est globale, or formation personnelle et formation académique sont trop souvent dissociées, la première ne se préoccupant que de la personne et la seconde que des contenus. Le travail à mener avec les "se formant" devrait donc plutôt chercher à dépasser cette opposition théorique et à favoriser l'émergence des différents champs de la formation et la prise en compte de leurs relations.

adhérer,
s'impliquer, agir
et analyser pour
trouver du sens
et se former

- La formation professionnelle doit avoir du sens pour de futurs enseignants généralistes et généralement non-spécialistes des sciences, parce que cette problématique correspond à la motivation intrinsèque des personnels qui entrent en formation. L'implication dans la formation suppose en effet une certaine adhésion personnelle. Il convient donc d'éviter le rejet du disciplinaire ou la fascination par celui-ci, parfois tout aussi néfaste, et de recentrer l'attention sur une problématique qui ne néglige aucune des dimensions de la formation.
- La formation professionnelle est expérientielle, personnalisée et impliquée, ce qui complète l'hypothèse précédente. La mise en cause des représentations, à propos du métier d'enseignant, à propos de la science, et le questionnement des connaissances de chacun se font dans un contexte, provoqué ou non, qui motive la réflexion de futurs enseignants. Il s'agit ici d'accepter de centrer son attention sur les questions qui sont les leurs au moment où les participants les perçoivent comme importantes pour eux. La formation part de la logique des acteurs et s'efforce de dépasser la situation pour atteindre ensuite une certaine décontextualisation de la réflexion.
- La formation professionnelle est interactive. Elle se fait dans un groupe qui réunit formateur et formés, groupe dans lequel les échanges spontanés sont aussi formateurs parfois que les paroles encadrées. Dans ce groupe, chacun tient un rôle que la perception et l'analyse peuvent aider à expliciter. Chacun y interagit par la parole ou par l'action, ce qui est essentiel pour ce type de métier. Effectivement, en classe comme en formation : *"il importe de commencer par le commencement, et le commencement c'est ici le dialogue. Cette constatation a été méconnue par la plupart des théoriciens de la pédagogie."* (Imbert, 1985)
- La formation professionnelle des enseignants non-spécialistes reste néanmoins disciplinaire. Elle s'appuie sur les modèles élaborés par les recherches en didactique des sciences et notamment sur les travaux de Victor Host (1), pionnier de cette nouvelle discipline qu'était la didactique dans les années 1970 (2). Au cours des activités scientifiques en classe, impossible en effet de permettre un questionnement d'élèves, si important pour une authentique éducation, sans un climat relationnel sain et un enseignant disponible, donc libéré des questions d'organisation. Impossible également d'assurer la logique d'une démarche scientifique sans un modèle de fonctionnement adaptable aux circonstances, donc sans une vision claire des rapports

donner du sens
à la formation

(1) On pourra se reporter en particulier aux nombreux ouvrages de la collection *Recherches Pédagogiques* de l'INRP parus entre 1973 et 1983.

(2) Voir à ce sujet le chapitre qui lui est consacré dans Astolfi et al. (1998), 217-259.

entre le pourquoi et le comment des phases d'activités successives.

Comment concilier l'ensemble de ces paramètres dans la pratique de disciplines comme la biologie et la géologie en formation professionnelle ?

3. DES CAPACITÉS À TRAVAILLER EN FORMATION

En formation professionnelle de professeurs des écoles et à l'intérieur d'un module spécialisé de Sciences de la vie et de la Terre, je retiens donc trois perspectives de travail pour tenter de mettre en œuvre des actions dans lesquelles les différentes dimensions, mises en évidence précédemment, sont prises en compte :

- s'entraîner à repérer, accepter et à gérer l'imprévisible,
- s'entraîner à se décentrer,
- s'entraîner à se limiter.

Ces visées me semblent de nature à favoriser le développement d'une compétence d'enseignant généraliste parce que chacune s'illustre et trouve du sens dans différents champs, scientifique, didactique et personnel, champs qui ont à voir avec la formation (3).

3.1. Dans le champ scientifique

Pour Jean Jacques (1990), "un fait ne devient imprévu que parce que c'est un autre fait qui était attendu" et pour François Jacob (1981), "ce qui compte, c'est [...] autant l'ouverture, la primauté de la critique, la soumission à l'imprévu si contraignant soit-il, que le résultat, si nouveau soit-il. [...] L'imprévisible est dans la nature même de l'entreprise scientifique." Il réactive le questionnement et relance l'investigation. Cet écart entre l'attendu et l'observé, fréquent dans les sciences de la nature, est moteur pour l'activité scientifique, comme il l'est pour l'apprentissage. Se former à l'esprit scientifique suppose donc une préparation au repérage des événements imprévus et parfois imprévisibles.

Avec la décentration, nous touchons d'une part à la formation scientifique et d'autre part à la crise de la découverte.

Dans le premier cas, François Jacob dit : "Nous façonnons notre "réalité" avec nos mots et nos phrases comme nous la façonnons avec notre vue ou notre ouïe. [...] Selon cette manière de voir, chacun de nous vit dans un monde "réel" qui est construit par son cerveau avec l'information apportée par les sens et le langage". Ainsi, pour chacun, la réalité se cons-

l'imprévisible :
un moteur
de recherche

(3) Ce travail a fait l'objet d'une thèse de didactique des sciences (Antheaume, 1993).

truit progressivement et requiert pour cela une succession de décentrations assez analogues à celles de l'enfant, au sens où Jean Piaget considère qu'elles supposent à chaque fois une reconstruction. *"Ce que voit un sujet dépend à la fois de ce qu'il regarde et de ce que son expérience antérieure, visuelle et conceptuelle, lui a appris à voir."* (Jacob, 1981) La formation scientifique éclaire donc progressivement les événements de manière différente, elle construit de nouvelles références.

se décentrer :
une autre
manière de voir

Et dans le second cas, François Jacob, mais également Kuhn, développent à nouveau l'idée de la décentration. Pour ces auteurs, la science avance par une succession de révolutions qui correspondraient à chaque fois à des changements de paradigmes. *"Durant les révolutions, les scientifiques aperçoivent des choses neuves et différentes, alors qu'ils regardent avec des instruments pourtant familiers dans des endroits qu'ils avaient pourtant déjà examinés"* et plus loin : *"il n'y a pas de déplacement géographique. Néanmoins, les changements de paradigmes font que les scientifiques, dans le domaine de leurs recherches, voient tout d'un autre œil"*, ou encore avec une nouvelle image : *"Les scientifiques parlent alors souvent d'écailles qui leur seraient tombées des yeux" ou d'un "éclair" qui a "inondé de lumière" une énigme jusque-là obscure, les rendant aptes à voir ses éléments sous un jour nouveau qui, pour la première fois, permet sa solution."* (Kuhn, 1983)

se limiter : poser
des questions
cruciales et
éviter de jouer
les apprentis
sorciers

Enfin, la capacité à se limiter pose deux questions : celle du fonctionnement de l'activité de recherche, et celle plus personnelle de l'éthique de la science que nous ne développerons pas ici car ce point présente moins de possibilités de transfert avec le milieu scolaire. À propos du premier point, François Jacob précise : *"De fait, le début de la science moderne date du moment où aux questions générales se sont substituées des questions limitées ; où au lieu de se demander : "Comment l'univers a-t-il été créé ? De quoi est faite la matière ? Quelle est l'essence de la vie ?", on a commencé à se demander : "Comment tombe une pierre ? Comment l'eau coule-t-elle dans un tube ? Quel est le cours du sang dans le corps ?" Ce changement a eu un résultat surprenant. Alors que les questions générales ne recevaient que des réponses limitées, les questions limitées se trouvèrent conduire à des réponses de plus en plus générales. Cela s'applique encore à la science d'aujourd'hui."* Décentration et limitation apparaissent donc comme des facteurs de l'efficacité de l'activité scientifique jouant sur son avancée et sur la nature du questionnement scientifique.

Certes, les étudiants en formation comme les enfants dans le cadre scolaire ne "feront jamais des sciences" au sens d'un chercheur scientifique, mais, à son image, ils auront aussi à faire avec l'imprévisible, à se décentrer et à se limiter pour poser des questions opératoires, c'est-à-dire des questions sur lesquelles ils auront prise au cours des activités scientifiques. Ces trois orientations inscrivent donc la formation

professionnelle des professeurs des écoles dans une pratique sociale de référence selon la définition de Jean-Louis Martinand (1986) : celle du chercheur scientifique.

3.2. Dans le champ didactique

Le travail de ces trois capacités prépare les "se formant" à assumer les risques d'un modèle d'apprentissage centré sur les élèves, modèle dans lequel l'enseignant accepte le questionnement, l'expression, les interactions, les recherches personnelles. Ce modèle d'apprentissage par investigation-construction suppose des moments de travail autonome des élèves et des moments de mise en commun et en conséquence la volonté de l'enseignant d'accepter certains risques et sa capacité à exploiter ce qui peut émerger concrètement ou verbalement dans la classe.

L'imprévisible s'impose alors comme une nouvelle variable didactique et, à l'image du scientifique, le praticien-didacticien trouve ou devrait trouver dans les imprévisibles de la classe le(s) moyen(s) de faire avancer sa réflexion ou celle du groupe avec lequel il travaille. L'imprévisible en didactique est donc au cœur du projet des enseignants soucieux de cette forme d'apprentissage et ceci à différents niveaux. Dans l'année par exemple, avec la mise en place d'une programmation des activités scientifiques, programmation établie comme une prévision avec l'équipe des enseignants de l'école, mais prévision non figée qui laisse place à l'intrusion de situations fortuites qui intéressent les élèves et dont l'enseignant estime le potentiel conceptuel suffisant pour engager une démarche de recherche avec la classe. Au niveau de l'activité elle-même et dans ses différentes phases, l'imprévisible peut être parfois recherché et accepté par avance : que ce soit lors d'une situation de départ, où l'enseignant ne connaît pas nécessairement les questions que vont se poser les élèves, les conceptions qu'ils exprimeront, ou que ce soit au cours de la résolution du problème, lorsqu'il attend des élèves la création d'un dispositif expérimental ou lorsqu'un résultat inattendu survient. L'imprévisible est également présent dans l'organisation de classe lorsque des travaux de groupes doivent être initiés, les rôles différent alors des habitudes et les réactions des élèves peuvent prendre des formes inattendues. Enfin, l'imprévisible résulte souvent de l'affectif parce que l'objet des activités biologiques touche toujours les personnes au plus profond d'elles-mêmes et l'importance de cette relation mérite que l'enseignant essaie d'y être attentif.

Si l'imprévisible accepté dans la classe apporte ainsi une garantie d'ouverture, son émergence atteste de la place qui est laissée à la *vie*, aux élèves dans la classe, nous entrevoyons là la nécessité de développer en formation des capacités personnelles de disponibilité, d'écoute, afin de favoriser l'acquisition de la souplesse nécessaire à ce type de travail.

l'imprévisible :
garant
d'une certaine
didactique

se décentrer :
une autre
manière de
concevoir son
rôle en sciences

La décentration amène à se resituer personnellement, donc à faire évoluer pour chacun ou au moins questionner ses premières conceptions de la science et ses conceptions de ce que l'on peut considérer comme des activités scientifiques significatives (Giordan et de Vecchi, 1987). L'enjeu est ici celui de leur existence dans les classes de l'école primaire. Cela peut donc signifier : porter progressivement un regard différent sur les situations d'enseignement, prendre ses repères personnels par rapport aux tâches d'enseignement et à celles des élèves en sciences. Cela revient enfin à transformer les attentes d'un débutant d'abord centrées sur l'acquisition personnelle de savoirs rassurants en un projet professionnel et didactique ouvert, ou plus ouvert sur les élèves, donc à déplacer son centre d'intérêt de sa personne à celle de l'enfant ou du groupe d'enfants. Il ne s'agit plus par exemple en préparant sa classe de penser seulement en ces termes : "qu'est-ce que je vais dire ?" autrement dit "quelles connaissances vais-je exposer ?", mais de réfléchir plutôt en des termes plus pratiques : "quelle situation vais-je proposer aux élèves ?" ou encore : "quel matériel vais-je leur apporter ?"

se limiter :
adapter
ses modes
d'intervention

La limitation renvoie à la parole de l'enseignant en sciences (et sans doute pas seulement dans ce domaine d'ailleurs). Elle revient à adapter ses modes d'intervention aux types d'activités de la classe. Il est des moments où l'enseignant s'exprime sous forme de questions pour aider, stimuler, d'autres où il renvoie une question à la classe, d'autres encore où l'écoute est plus importante que n'importe quelle réponse (Deunff éd, 1991). C'est aussi, par exemple, savoir équilibrer une situation pour qu'elle soit assez riche et déclenche un questionnement sans l'enrichir au point que les questions qui se posent alors ne peuvent plus être traitées par les élèves ; ou encore savoir fabriquer un document pour qu'il contienne bien le ferment d'un questionnement ; ou savoir enfin mener un entretien avec la classe pour favoriser l'expression des élèves en se limitant aux quelques questions finement préparées pour un entretien que l'on pourrait qualifier de non directif ou de semi-directif.

C'est encore l'acceptation du risque immédiat de la mise en difficulté relative et passagère des élèves face à une consigne ouverte à laquelle ceux-ci sont confrontés lors du refus d'une explicitation : "vous avez bien entendu la consigne, à vous de réfléchir maintenant". Mais c'est aussi le moyen d'offrir aux élèves un maximum d'occasions de suivre leur propre raisonnement dans des conditions convenables et, à plus long terme, de leur donner l'habitude d'être plus indépendants et capables d'initiatives face à une situation scolaire ou extra-scolaire, donc d'acquiescer de la confiance en eux.

Accepter l'imprévisible, se décentrer et se limiter, c'est donc mettre en œuvre une didactique des sciences spécifique de l'école primaire, didactique qui a besoin de temps – et qui peut se le donner – pour bâtir simplement, mais solidement un premier

niveau de connaissances scientifiques. Le travail dans ces trois directions vise à transformer l'image de l'activité scientifique en classe et celle du rôle de chacun au cours de cette activité.

3.3. Dans le champ personnel

Ces trois orientations ont à voir avec une certaine posture de l'élève dans la classe. Accepter que "*les élèves existent dans la classe*" correspond à ce que Francis Imbert (1987) considère comme un "*engagement éthique*" qui "*s'entend comme une praxis, c'est-à-dire un acte à travers lequel le sujet, non seulement exerce et développe ses capacités, mais encore, ne cesse de s'auto-crée, d'ex-sister, à travers l'auto-création et l'ex-sistence d'un autre/d'autres sujets.*"

Dans le domaine des sciences, le travail prend donc son véritable sens lorsqu'il est l'occasion de s'habituer à investir le rôle d'une personne capable d'une découverte à sa mesure. En effet, quelle personnalité pense-t-on former avec des pratiques qui ne feraient des élèves que des exécutants, pratiques d'ailleurs souvent réfutées intellectuellement par leurs propres auteurs ? Et quelle serait la valeur éducative d'une initiation scientifique dans laquelle l'adulte lui-même ne prendrait pas le risque d'un certain imprévisible en sollicitant l'imagination et l'expression des élèves ? L'imprévisible fait donc partie de la vie même de ce type de classe où le projet didactique et plus largement le projet pédagogique de l'enseignant visent le développement de la personnalité et de l'autonomie des élèves par les activités elles-mêmes. Contrairement à ce que disait Alain (1932) : "*L'école est un lieu admirable. J'aime que les bruits extérieurs n'y entrent point.*", elle nous semble plutôt devoir être un lieu de vie, celui d'une mini-société qui évolue avec ses difficultés internes et ses interactions avec l'extérieur. Mais dans cet esprit, sur bien des plans, elle devient bien évidemment difficilement prévisible. C'est là que les personnalités s'expriment. L'enseignant va souvent devoir y ajuster rapidement ses conduites sans avoir le temps d'une réflexion à tête reposée, d'une analyse des événements, d'un raisonnement construit. Il agit alors selon ses conceptions intimes. Les microdécisions prises en situation peuvent même le surprendre, car elles ne reflètent pas toujours celles dont il parle, celles qu'il préfère, lorsqu'il a l'occasion d'y repenser avec un peu de distance.

Ainsi, il y a "*acceptation et ouverture à l'imprévu, au non-déductible, à la création, à l'irruption du nouveau*" (Imbert, 1985). Réciproquement, comme dans la recherche scientifique, l'imprévisible en pédagogie peut jouer le rôle "*d'analyseur*" des événements.

Dans ce champ, la décentration pourrait se définir comme une "*compréhension empathique*" en référence à Carl Rogers (1984). Une telle attitude "*consiste en quelque sorte à se mettre à la place de l'étudiant, à voir les choses avec ses yeux à lui.*" Et même si la technicité du pédagogue dans ce domaine n'a pas

l'imprévisible :
place
aux situations
de vie

se décentrer :
comprendre
les situations

à atteindre celle d'un thérapeute, il semble important de s'habituer à regarder les autres, les situations, avec la volonté d'éviter de juger – une dérive fréquente chez les enseignants souvent habitués à noter plus qu'à évaluer – mais avec celle d'interroger davantage pour mieux comprendre : "que se passe-t-il ? qu'est-ce que cela signifie ?" La décentration aiderait alors l'enseignant à être lui-même au sein du groupe-classe, tout en conservant sa capacité d'analyse comme adulte ayant des responsabilités particulières dans celui-ci.

se limiter :
ajuster la parole
à la situation

Enfin, la capacité à se limiter conduit à travailler dans deux directions voisines : apprendre à se taire parfois – paradoxalement pour un enseignant qui est supposé être un émetteur – et tenter de vaincre un désir permanent d'exhaustivité. Ainsi, la limitation est de nature à ajuster la parole à la situation, en conséquence, à offrir à l'élève et au groupe un espace disponible pour l'expression.

Ces trois perspectives sont au cœur du travail dans des contextes différents et dans des champs différents en classe comme en formation professionnelle. Elles se fécondent donc pour sous-tendre une préparation au métier de professeurs des écoles, préparation qui intègre une didactique des sciences appropriée à cette professionnalisation et qui est mise en œuvre au cours de situations didactiques.

4. MISE EN ŒUVRE, MISE À L'ÉPREUVE

des situations
qui évoluent
avec le temps

Les principes théoriques ainsi élaborés ont donné lieu à une mise en application en formation professionnelle. Dans ce but, j'ai construit des situations de formation (Antheaume, 1993), je les ai expérimentées, modifiées, testées à nouveau et en ai décrit une forme possible qui correspond en fait à un état dans un processus évolutif : les stagiaires changent, leurs besoins se modifient et la demande elle-même diffère, le formateur change également... Rien n'est ainsi figé, la vie s'exprime en formation et c'est heureux !

Par les réactions produites, la richesse des débats qu'elles déclenchent, les situations choisies témoignent de l'intérêt de proposer de telles perspectives de travail à de futurs enseignants. Certes, l'évaluation n'est jamais simple lorsqu'il s'agit de formation, mais elle trouve néanmoins des indicateurs de satisfaction, voire d'efficacité, dans les propos *a posteriori* des "formés" et, également, dans la mémoire qu'ils conservent de certains événements devenus pour eux une sorte de référence de réflexion et de conduite. Ce vécu laisse donc des traces du côté affectif souvent, du côté intellectuel également, et c'est sur ces souvenirs que peuvent s'appuyer de nouveaux questionnements, la recherche de changements, l'entrée dans la formation continuée.

4.1. Un exemple : classer pour conceptualiser

<p>Objectif : repérer ses propres zones de liberté face à une situation-problème</p> <p>Consigne : "Vous disposez de dix minutes pour réaliser individuellement trois classements avec les éléments de la liste suivante."</p>	
<p>Le bœuf dans le pré Des volcans en éruption Les fils Des bulbes d'oignons Une photocopieuse Un courant d'air Des tulipes dans un vase L'automobile</p>	<p>Le virus de la grippe Un raton laveur Le feu Le gland sur le sol Des châtaigniers en hiver Un ruisseau Le Français Une câbleuse</p>

• **En coulisses**

deux
approches :
des
conséquences
différentes

Comme formateur et enseignant de sciences de la vie et de la Terre, pour faire réfléchir les professeurs stagiaires sur le concept de vivant, l'idée vient naturellement de leur faire exprimer leurs représentations à propos du vivant en leur demandant par exemple de classer des éléments selon qu'ils les pensent vivants ou non. Une telle situation déclenche bien évidemment de nombreuses réflexions sur le concept en question, mais cette approche présente l'inconvénient d'interroger les "se formant" dans un contexte déjà défini, déjà limité, celui de la biologie. Cette pratique ne modifie donc pas le vécu passé des stagiaires qui, puisant dans leurs souvenirs, retrouvent leurs habitudes face à la discipline. Avec une liste des mêmes éléments, s'adressant à des non-spécialistes de biologie et à des adultes futurs enseignants du premier degré, la question devient alors : comment aborder une spécialité disciplinaire sans rebuter les participants dès le début ?

S'il paraît important de favoriser l'expression des représentations des participants à propos du concept de vivant, il est tout aussi important de faire émerger leurs idées à propos de la classe, à propos du futur métier, de s'attacher d'abord aux questions qui les préoccupent et les concernent personnellement, les questions d'ordre disciplinaire émanant souvent, d'elles-mêmes, des échanges dans un deuxième temps. Et pour mobiliser tous les participants, malgré leur hétérogénéité d'origine, le meilleur moyen est d'envisager une tâche que tous sont en mesure de remplir.

ce qu'une
situation ne
peut pas être

Le principe de ce travail n'est donc pas d'interroger pour mettre en difficulté et d'annoncer après : "voilà ce qu'il fallait faire", mais de permettre à chacun une expression libre face à un problème, expression analysée ensuite au sein du groupe lors d'une confrontation à d'autres réponses. De même, il est nécessaire de mettre clairement en relation l'objectif de l'activité avec la consigne donnée afin d'éviter toute révélation *a posteriori* qui pourrait être vécue comme

un "piège". Ces dérives ont peu à voir avec la formation ! D'où la définition d'un objectif qui donne clairement le sens du travail – la situation invite à s'entraîner à une découverte personnelle – et d'une consigne à la fois ouverte et contraignante, dont la formulation stricte s'astreint à ne pas fournir d'élément de réponse.

Ce type de situation illustre concrètement l'acceptation et la gestion de l'imprévisible de chacun. Pour les participants confrontés à une situation nouvelle par bien des côtés, des choix personnels sont à faire et c'est parfois moins simple que d'être à l'écoute passive d'un exposé. Pour le formateur qui cherche à la fois la participation et l'expression des "se formant" en tant que personnes agissantes, il doit assumer l'insécurité de leurs réactions ou des évolutions de la situation, dont il ne connaît véritablement que le point de départ. Il met donc en jeu sa propre capacité à réagir à l'imprévisible, sa capacité à se décentrer pour comprendre les enjeux des situations produites, sa capacité à se limiter afin de laisser à chacun le temps de réfléchir, d'avancer, d'évoluer.

Les attitudes de chacun seront analysées par le groupe, lors de la période réflexive, afin d'en dégager le(s) sens. Un moment comme celui-là constitue alors un premier repérage vécu du travail de formation par les participants, repérage discuté, explicité et validé par la réflexion du groupe. La décentration est à l'œuvre dans ce travail, chez les professeurs stagiaires, immédiatement dans l'action ou plus tard dans le calme de moments de réflexion intimes.

• *Une situation impliquante*

Le moment de mise en œuvre de cette situation reste bref – la spontanéité est visée – mais il suffit à produire déjà de nombreuses questions qui témoignent de l'implication des participants. Bien qu'il leur ait été présenté, expliqué au niveau de l'objectif et de son déroulement, l'exercice continue à déranger. À la suite de l'énoncé de la consigne, les manifestations non verbales, les regards d'étonnement qui s'échangent au sein d'un groupe en formation le montrent : "On ne s'attendait pas à cela !". Tout se passe comme si les professeurs en formation ne retrouvaient pas leurs repères habituels d'élèves, au point de se montrer parfois un peu agressifs à l'égard de celui qui paraît ne pas vouloir être l'enseignant qu'ils attendaient. Au cours de l'action, leurs comportements comme ceux du formateur vont donc avoir une valeur symbolique dans le groupe, valeur que l'analyse explicitera ensuite.

Après un moment de communication permettant à chaque participant de prendre connaissance de la diversité des réponses dans le groupe, cette phase d'analyse s'appuie sur les remarques exprimées dans l'assemblée afin de demeurer au plus près de la demande des stagiaires.

des repères
perturbés,
mais des rôles
précisés

• Une analyse dé-formante

une consigne

Les stagiaires ayant vécu cette situation mettent toujours très rapidement en cause le "flou" de la consigne, alors même que cette consigne est rédigée avec la rigueur d'un objectif, définissant la performance et les conditions de celle-ci, conditions nécessaires lors de l'évaluation, mais laissant à chacun une ouverture inhabituelle, c'est-à-dire la possibilité de répondre à l'intérieur d'un cadre défini, avec une certaine liberté, ce qui n'est pas perçu dans un premier temps. Seule l'analyse met en évidence une véritable rupture avec les consignes "modes d'emploi". Les participants en prennent souvent conscience eux-mêmes. Mais il leur faut se décentrer pour comprendre comment la consigne était construite, pour la comparer avec des consignes déjà rencontrées par ailleurs et saisir que ce type de consigne entraîne des implications plus profondes que les autres.

des scrupules

La discussion révèle en effet que de nombreux participants ont pensé à certaines possibilités de classements originaux, mais qu'ils en ont soumis d'autres à la confrontation. L'analyse-évaluation montre qu'ils ne se sont donc pas autorisés, bien que la consigne le permette, à penser que leurs propositions aient du sens. De même qu'en classe où l'enfant s'efface devant l'élève, se manifeste là une sorte d'effacement de la personne devant l'adulte-élève. Il ne leur semble pas possible que l'on puisse laisser, dans un exercice, une autre liberté que celle de répondre d'une seule manière à une question : "la bonne réponse !" Le constat est fait par les participants que l'imprévisible, malgré le potentiel éducatif qu'il représente, est pour le moment exclu de leurs préoccupations pédagogiques, constat également qu'une certaine décentration a joué au cours de cette période.

une projection...

Les participants s'interrogent encore souvent sur les raisons qui font que de nombreuses productions individuelles présentent au moins un classement dans lesquels les critères choisis ont des rapports avec le vivant, le non-vivant, l'animé, l'inanimé... bien que la consigne n'oblige pas à faire de tels choix. Ils analysent alors ce type de résultat comme un témoignage de leur volonté de formuler une réponse qui "satisfasse" celui qui propose l'exercice. D'après eux, dans un cadre disciplinaire, l'attente ne peut être que disciplinaire, même pour une formation professionnelle d'enseignants généralistes.

... et de la dépendance

C'est aussi l'occasion d'évoquer en situation un des aspects de la relation enseignant/enseigné. Dès la formation, ils peuvent alors ressentir, de l'intérieur, la manière avec laquelle leurs propres élèves auront tendance à réagir et notamment la dépendance dans laquelle tout enseigné se situe spontanément (Perrenoud, 1995). Ils peuvent mesurer le travail qu'ils auront à mener pour développer l'autonomie à propos de laquelle on discourt beaucoup plus qu'on n'agit effectivement au quotidien. Les échanges dans le groupe

interrogent donc chacun sur son propre modèle pédagogique implicite (Develay, 1983) et procèdent à nouveau d'une certaine décentration sur le plan professionnel.

de la méthode

La validité et la cohérence des classements produits sont également observées et des questions méthodologiques se voient traitées à cette occasion. En effet, la consigne invite à faire trois classements et des divergences ne manquent jamais d'apparaître sur la signification de cette expression. Une mise au point se justifie alors, elle est faite en situation en réponse à un besoin ressenti et exprimé. Elle permet d'aborder la question avec une approche psychologique à propos de l'opération mentale considérée et une approche cognitive relative aux différentes manières de conceptualiser.

des logiques acceptées

L'exercice autorise l'expression de logiques différentes, repérées dans la diversité de réponses. Chacune a été lue et reconnue. Cette validation représente déjà une forme d'attention portée à la personne en formation. Et lorsque l'exercice suivant interroge les mêmes éléments en cherchant à définir cette fois les *vivants* et les *non vivants*, les participants comprennent et acceptent l'introduction d'une nouvelle logique, celle du biologiste, qui n'apparaît pas comme une négation des premières propositions, mais simplement comme une autre manière de caractériser les éléments. Ce questionnement oblige à se limiter pour prendre un nouveau point de vue, faire appel à d'autres références. C'est ainsi que les questions relatives au concept de vivant vont être abordées et qu'une définition s'élaborera progressivement.

une liste particulière

L'interrogation sur les éléments de la liste est souvent plus rapide, les conséquences étant peut-être moins importantes pour la formation et pour la classe. Les participants repèrent néanmoins des éléments en situation, dégagent l'importance de cette précision – "un bœuf dans un pré" a toutes les chances d'être sur ses quatre pattes, tandis que des "fleurs dans un vase" sont plutôt coupées. Ils notent aussi la présence de termes ambigus. Ces derniers ont suscité des questions et obligé à prendre personnellement position au cours de l'activité. Lors de l'analyse, chacun peut constater qu'il a fait une lecture différente des autres et à ce propos, peut-être, poursuivre une réflexion personnelle sur ces choix.

Ainsi, cette situation a provoqué la motivation, déclenché un questionnement ouvert, permis un travail sur de nombreuses questions mises à jour durant la discussion. Elle conduit finalement à une première formulation du concept de vivant. Après une phase d'action individuelle plutôt brève, un long moment est consacré à l'analyse-évaluation, à la confrontation de ce que les participants ont remarqué et leurs observations entraîne le groupe à se préoccuper et à traiter de questions personnelles, pédagogiques et didactiques.

4.2. Des orientations pour les situations didactiques dans la formation

les caractéristiques des situations didactiques : simplicité des actions pour favoriser l'expression...

Ainsi, la formation d'enseignants généralistes nécessite à la fois l'acquisition de compétences transversales et de compétences spécifiques du domaine scientifique. À certaines conditions, c'est par la mise en place de situations didactiques, plus ou moins ponctuelles, qui tiennent compte du contexte temporel, de l'existant, et des hypothèses posées ci-dessus, qu'il est possible de mobiliser les "se formant" sur de telles perspectives de travail qui répondent à l'ensemble des exigences. À d'autres moments, dans d'autres contextes, la réalisation de projets pourrait permettre d'atteindre les mêmes objectifs sur une durée différente (Antheaume, 1994).

Les situations didactiques conçues pour être adressées à des non-spécialistes du domaine scientifique sont souvent très banales, mais ne reproduisent pas nécessairement des situations de classes primaires. Les adultes ne l'ont pas en effet, à "jouer" aux élèves de l'école quel que soit le niveau. De plus, les supports de travail et les consignes impliquent des choix drastiques afin que les participants à la formation ne soient pas arrêtés par un quelconque manque de connaissances scientifiques. Le travail ne consiste jamais à mettre qui que ce soit en échec ou à lui montrer qu'il ne possédait pas telle ou telle connaissance.

Enfin, ces situations font appel à l'expression personnelle des participants, c'est à partir de leurs productions, de leurs observations, de la confrontation de leurs remarques que vont s'élaborer les contenus scientifiques et professionnels.

Pour ce faire, il est proposé au groupe d'agir, dans un premier temps, sur un support biologique ou didactique : rameau feuillé, fleurs, semis, élevages, phénomènes biologiques observables sur le corps, modèles, mais aussi documents, productions d'élèves, vidéos de classes, questionnement de classes, programmation de classes ; de produire en ayant alors une réelle pratique de naturaliste dans le premier cas, d'enseignant dans le deuxième cas, produire à partir d'une consigne précise à la fois directive par certains aspects et non directive par d'autres comme nous l'avons vu dans l'exemple décrit précédemment. Dans un deuxième temps, il est convenu de s'arrêter pour évaluer, analyser ce premier moment en partant des observations des participants et en resituant les remarques émises à l'intérieur des différents champs de la formation.

... mais analyse approfondie et mises au point en situation

La situation initiale a en elle-même moins d'importance que les analyses qu'elles suscitent ouvrant sur des champs de réflexion variés et permettant d'aborder la professionnalisation des futurs enseignants dans leur globalité. De cette manière, les situations didactiques créées sont de nature à aider les participants à se construire progressivement des références autant dans le domaine scientifique et didactique

– y compris un corpus de savoirs disciplinaires qui peut paraître nécessaire à l'école primaire – que dans celui de leur future profession.

EN CONCLUSION

Préparer les étudiants au métier de professeur des écoles, donc les former professionnellement revient à les rendre capables d'*"instruire l'enfant de la petite section de maternelle au cours moyen deuxième année, dans toutes les disciplines dispensées à l'école primaire"* comme l'indique le référentiel professionnel de la Direction des Écoles (Ministère de l'Éducation nationale, 1994), mais cette définition de l'enseignant des écoles a la faiblesse de renvoyer peut-être d'une manière excessive à une conception disciplinaire de la polyvalence que nous évoquions en commençant et qui peut conduire à faire de la formation professionnelle une succession de propédeutiques disciplinaires pour non-spécialistes.

Or, la véritable spécificité du professeur des écoles nous semble plutôt se situer dans le fait qu'il s'adresse à la totalité de l'élève – enfant en développement et apprenant – qu'il travaille dans la proximité et dans la continuité, autant auprès de chaque élève dans sa singularité qu'auprès d'un groupe. Le professeur des écoles organise en effet toutes les activités d'une journée et gère les apprentissages sur l'année scolaire, mettant ainsi en œuvre des savoir-faire spécifiques de l'école primaire. Il est éducateur au sens fort du terme, comme celui qui est capable de conduire l'enfant hors des projets des adultes et il est enseignant comme celui qui est aussi capable d'articuler les apprentissages disciplinaires par sa maîtrise des procédures, par sa capacité à transposer les connaissances et les compétences, plus que par son encyclopédisme.

Dans une telle conception, le travail disciplinaire n'apparaît que comme l'une des dimensions de la formation professionnelle. Alors que la polyvalence, comprise comme le fait de posséder savoirs et savoir-faire de toutes les disciplines, ne peut être qu'une source d'insécurité pour l'enseignant généraliste, la formation professionnelle, se référant à la spécificité de ces enseignants généralistes des écoles, impose au sein-même d'un module scientifique que soit pris en compte l'ensemble des dimensions constitutives de la compétence professionnelle d'enseignant qui s'inscrit plus dans une certaine transversalité que dans une juxtaposition d'acquisitions.

Pierre Antheaume
UFM de Créteil,
LIREST, ENS Cachan

spécificité du
professeur
des écoles :
l'élève dans
sa globalité

spécificité de
la formation
professionnelle :
le futur
enseignant
dans
sa globalité

BIBLIOGRAPHIE

- ALAIN. (1932). *Propos sur l'éducation*. Paris : Presses Universitaires de France.
- ANTHEAUME, P. (1993). *Contribution à la définition des objectifs spécifiques et des activités spécifiques de formation professionnelle d'enseignants non-spécialistes dans une discipline scientifique : la biologie*. Thèse de doctorat, Université Paris VII.
- ANTHEAUME, P. (1994). Vaincre les résistances des futurs enseignants. In B., Andriès et I., Beigbeder, (Éds.). *La culture scientifique et technique pour les professeurs des écoles* (pp. 70-78). Paris : Hachette et CNDP.
- ARDOINO, J. (1971). *Propos actuels sur l'éducation*. Paris : Editions Gauthier-Villars.
- ASTOLFI, J.-P., GIORDAN, A., GOHAU, G., HOST, V., MARTINAND, J.-L., RUMELHARD, G. & ZADOU-NAISKY, G. (1978). *Quelle éducation scientifique pour quelle société ?* Paris : PUF.
- ASTOLFI, J.-P. (1992). *L'école pour apprendre*. Paris : ESF éditeur.
- ASTOLFI, J.-P., DAROT, E., GINSBURGER-VOGEL, Y. & TOUSSAINT, J. (1997). *Pratiques de formation en didactique des sciences*. Bruxelles : De Boeck-Université.
- ASTOLFI, J.-P., PETERFALVI, B. & VÉRIN, A. (1998). *Comment les enfants apprennent les sciences*. Paris : Retz.
- Conseil National des Programmes. (1993). *À propos des contenus disciplinaires de formation des professeurs des écoles en Institut Universitaire de Formation des Maîtres*. Paris : Ministère de l'Éducation Nationale et de la Culture.
- DEUNFF, J. (Éd.) (1991). *Dis maîtresse, c'est quoi la mort ?* Dijon : CRDP.
- DEUNFF, J. (Éd.). ANTHEAUME, P., DUPONT, M. & MAUREL, M. (1995). *Découverte du vivant et de la Terre*. Paris : Hachette Education.
- DEVELAY, M. (1983). *Contribution à la définition d'un modèle de formation initiale des instituteurs en activités d'éveil biologique*. Thèse de doctorat, Université Paris VII.
- DEVELAY, M. (1994). *Peut-on former les enseignants ?* Paris : ESF Éditeur.
- DUMAS-CARRÉ, A. & GOFFARD, M. (1997). *Éléments de Didactique des sciences physiques*. Paris : PUF.
- FABRE, M. (1999). *Situations-problèmes et savoir scolaire*. Paris : PUF.
- GIORDAN, A. & DE VECCHI, G. (1987). *Les origines du savoir. Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*. Neuchâtel, Paris : Delachaux et Niestlé.
- GIORDAN, A. (1998). *Apprendre !* Paris : Editions Belin, 2^e édition. (1^{re} éd 1978).
- HOST, V. et al. (dir.). (1973 à 1980). Activités d'éveil scientifiques à l'école élémentaire. Paris : INRP, Coll. *Recherches pédagogiques*, n° 62, 70, 74, 86, 108, 110.
- HOST, V. et al. (dir.) (1983). Éveil scientifique et modes de communication. Paris : INRP, Coll. *Recherches pédagogiques*, n° 117.

- HOST, V. (1985). Théories de l'apprentissage et didactique des sciences. *Annales de didactique des sciences, 1*. Rouen : Presses de l'Université.
- HOST, V. (1989). Les paradigmes organisateurs de l'enseignement de la biologie. *Cahiers pédagogiques, 278*.
- IMBERT, F. (1985). *Pour une praxis pédagogique*. Vigneux : Matrice.
- IMBERT, F. (1987). *La question de l'éthique dans le champ éducatif. Pour une praxis pédagogique II*. Vigneux : Matrice.
- JACOB, F. (1981). *Le jeu des possibles. Essai sur la diversité du vivant*. Paris : Fayard.
- JACQUES, J. (1990). *L'imprévu ou la science des objets trouvés*. Paris : Odile Jacob.
- KUHN, T. S. (1983). *La structure des révolutions scientifiques*. Paris : Flammarion. (1^{re} édition 1962).
- MARTINAND, J.-L. (1986). *Connaître et transformer la matière*. Berne : Peter Lang.
- MARTINAND, J.-L. (1994). La didactique des sciences et de la technologie et la formation des enseignants. *Aster, 19*, 61-75.
- MEIRIEU, P. (1990). *Enseigner, scénario pour un métier nouveau*. Paris : ESF Éditeur.
- MOAL, A. (1987). L'approche de "l'éducabilité cognitive" par les modèles du développement cognitif. *Education permanente, 88-89, Apprendre peut-il s'apprendre ?*
- PERETTI de, A. (1967). *Liberté dans les relations humaines*, Paris : Editions de l'Epi.
- PERETTI de, A. (1991). *Organiser des formations*. Paris : Hachette Éducation.
- PERRENOUD, P. (1995). *La fabrication de l'excellence scolaire : du curriculum aux pratiques d'évaluation*. Genève : Droz, 2^e édition. (1^{re} éd 1984).
- PERRENOUD P. (1998). *L'évaluation des élèves*. Bruxelles : De Boeck Université.
- Référentiel professionnel de la Direction des écoles* (1994). Paris : Ministère de l'Éducation nationale.
- ROGERS, C. R. (1984). *Liberté pour apprendre*, Paris : Dunod. Traduction de *Freedom to learn*. Charles E. Merrill Publishing Company, 1969.
- TOCHON, F.V. (1993). *L'enseignant expert*. Paris : Nathan.
- VÉRIN, A. (1998). Enseigner de façon constructiviste, est-ce possible ? *Aster, 26*, 133-163.

QUELLE FORMATION POUR LES ENSEIGNANTS AFIN QU'ILS FASSENT DE LA PRÉVENTION DU SIDA ET UNE ÉDUCATION AU RISQUE ?

Patricia Marzin

L'éducation sexuelle, la contraception, la prévention du sida sont des thèmes que les enseignants et les personnels de santé de l'éducation nationale doivent aborder avec les élèves. Ce fait est posé par les institutions nationales et internationales depuis bientôt quinze ans pour le sida et depuis bien plus longtemps pour l'éducation sexuelle. Pourtant de nombreuses résistances persistent du côté des parents et parfois aussi des enseignants, alors que les élèves sont demandeurs et que la nécessité sociale est présente et parfois pressante. Nous voulons dans cet article faire un lien entre les travaux récents en sciences sociales et en médecine sur la prise de risque, et ceux de la didactique. Nous pensons ainsi poser un autre regard sur la prévention à l'école et proposer des pistes pour la recherche en didactique des sciences et pour la formation des enseignants.

INTRODUCTION

Les travaux que nous menons, depuis plusieurs années, sur les pratiques des enseignants de SVT, lorsqu'ils mettent en œuvre des situations d'éducation sexuelle et de prévention du sida, et sur les formations dans les I.U.F.M., nous amènent à nous interroger sur la place de la didactique dans ce domaine et de son lien avec le champ de la prévention. La spécificité de la prévention, et les objectifs qu'elle vise, nécessite de prendre en compte d'autres champs que ceux de la didactique stricto-sensu, il nous paraît pertinent de placer ces travaux dans un cadre théorique psycho-socio-didactique. L'objectif de cet article est d'amorcer un panorama des concepts possibles, d'envisager des liens entre les concepts de la didactique et de montrer leur place dans le domaine de la prévention, surtout exploré par les milieux médicaux et les sciences sociales. En effet, peu de recherches se sont intéressées à l'étude de situations de prévention mises en œuvre par les enseignants.

Les questions que nous posons sont : les enseignants font-ils véritablement de la prévention quand ils mettent en place des situations dans les établissements scolaires ? Qu'entend-on par situations de prévention et comment les définir ? Comment caractériser une situation de prévention efficace ? En mettant en regard les objectifs à prendre en compte pour faire de la prévention, les caractéristiques et le fonctionnement de l'école nous montrerons pourquoi par certains aspects, l'école est le meilleur et, par d'autres, le plus mauvais endroit

quels liens
la didactique
entretient-elle
avec l'éducation
pour la santé

pour faire de la prévention sida et de l'éducation sexuelle. Nous examinerons ensuite la pertinence de certains concepts de didactique pour professionnaliser la prévention sida à l'école, et nous proposerons quelques orientations pour la formation des enseignants.

1. QUELQUES CONNAISSANCES ACTUELLES SUR LA PRÉVENTION ET SUR SON "EFFICACITÉ"

1.1. Pourquoi former les enseignants à l'éducation pour la santé ?

Beaucoup de préconisations intègrent le fait qu'il est important de faire de l'éducation pour la santé, et de la prévention sida à l'école, et aussi qu'il faut former les enseignants. Ce point de vue est bien sur défendu et préconisé par l'OMS (1) (1994), l'ONUSIDA (2) (Grunseit, 1997), l'UNESCO (3) (1997) et par différents auteurs qui ont étudié et/ou fait des propositions sur la prévention du sida en milieu scolaire. En France, la prévention du sida est présente dans les programmes de collège et de lycée, et la mise en place des deux heures obligatoires d'éducation sexuelle au collège, est accompagnée d'un plan de formation pour les enseignants et le personnel médical de l'éducation nationale.

l'école a un rôle important à jouer dans la prévention du sida

Les arguments en faveur de la nécessité de faire de la prévention du sida à l'école sont assez nombreux et évidents. Il n'existe encore aujourd'hui aucun traitement, aucun vaccin, ni aucun autre moyen médical, pour se prémunir ou pour soigner le sida. Les seuls moyens de prévention efficaces restent encore aujourd'hui l'adoption de pratiques sexuelles non risquées, comme l'usage du préservatif dans le cas de nouvelles relations et/ou de relations multipartenariales, l'abstinence, la capacité à refuser certaines relations à risque et non protégées, la réalisation d'un test de dépistage par un couple avant l'arrêt de l'utilisation du préservatif, le dialogue, l'aptitude à communiquer et à négocier, l'usage de seringues uniques et jetables... Dit autrement "*l'adoption d'attitudes et de comportements propices à la santé ou à faire évoluer les attitudes et les pratiques nocives et à prévenir, par là même, leurs conséquences indésirables.*" (OMS, 1998, p. 2). Ceci implique la mise en place d'actions de préventions conséquentes et "efficaces".

(1) OMS : Organisation Mondiale de la santé

(2) ONUSIDA : programme commun des nations unies sur le VIH/SIDA

(3) UNESCO : United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization – Organisation des nations unies

les jeunes
ont une forte
attente à
l'égard de
l'école et des
enseignants

Les jeunes constituent dans tous les pays un groupe cible pour la prévention du sida. L'école est le lieu où il est possible d'atteindre le plus grand nombre d'enfants et d'adolescents d'une classe d'âge. D'ailleurs, beaucoup de jeunes accordent plus de confiance à leurs enseignants qu'à leurs parents, en particulier pour des raisons liées aux caractéristiques mêmes des adolescents et aux relations qu'ils entretiennent souvent avec leur milieu familial. De nombreuses études effectuées à des périodes différentes (Leselbaum et de Peretti, 1994 ; Lagrange & Lhomond, 1997 ; Choquet & Ledoux, 1998) montrent que les jeunes ont une très forte attente vis-à-vis de l'école, et des enseignants, en ce qui concerne la prévention du sida et l'éducation sexuelle. Enfin pour des raisons liées au thème de la sexualité, les parents préfèrent souvent déléguer le rôle d'éducateur sexuel aux enseignants et plus généralement à l'école.

l'éducation
sexuelle a
tendance
à retarder l'âge
moyen de
la première
relation sexuelle

D'autres études (Kirby, 1995 ; Grunseit, 1997) ont aussi montré que l'éducation sexuelle est plus efficace lorsqu'elle est effectuée avant l'entrée dans la vie sexuelle, ceci a aussi pour conséquence de retarder l'âge moyen de la première relation sexuelle. Ce résultat va à l'encontre des arguments qui s'opposent l'éducation sexuelle à l'école élémentaire ou au collège par exemple.

La situation semblerait donc être favorable à la mise en place de situations de prévention, mais sur le terrain, nous avons observé que les enseignants ont des réticences à aborder le thème de la sexualité, ce sujet reste tabou pour eux comme pour les autres adultes de notre société (Cogerino, Marzin & Méchin, 1998). Il existe aujourd'hui un consensus autour de l'idée que faire de la prévention sida ne consiste pas seulement à fournir des informations factuelles sur le sujet, mais que cela nécessite des pratiques et des attitudes autres. Les méthodologies et les attitudes à mettre en place, ainsi que le thème traité, placent les enseignants dans un rôle qu'il n'ont pas toujours l'habitude de tenir, pour lequel ils ne sont pas obligatoirement formés, et de surcroît avec lequel ils peuvent être mal à l'aise.

Ce constat argumente fortement en faveur d'une formation conséquente et rigoureuse pour les enseignants volontaires pour mettre en place des situations de prévention du sida et pour faire de l'éducation sexuelle à l'école primaire, au collège ou au lycée.

1.2. La prise de risque

Pour aborder le sujet de la prévention il est important de s'intéresser aux logiques qui amènent les individus à construire le risque. L'un des objectifs de la prévention étant de travailler autour de ces logiques de prise de risque. En préalable, je voudrais citer Nathalie Bajos (1995) à propos du risque de transmission sexuelle du sida : *“Les premières analyses de l'enquête ACSF montrent que la gestion du risque semble*

d'autant plus facilement mise en œuvre que les individus sont à l'aise dans une parole sur la sexualité et sur leur sexualité". Ce point de vue se situe dans une optique constructiviste qui postule que l'individu construit le risque, contrairement à une approche objectiviste qui va mettre l'accent sur les facteurs extérieurs à l'individu, et qui va essayer de recueillir des informations sur les pratiques dites à risque.

gestion du
risque, estime
de soi, aptitude
à parler sont
intimement liés

La construction du risque et les motivations qui vont amener un individu à prendre des risques va dépendre de sa culture, de son vécu, de son histoire personnelle, du groupe social auquel il appartient, et de son identité sexuelle... La prise de risque va être différente, pour un adolescent ou pour un adulte. La prise de risque chez les adolescents est liée à l'estime de soi, aux comportements d'affront par rapport à l'autorité, à la loi, aux règles, au sentiment d'immortalité, au regard de l'autre/des autres, à la peur de dire non, au sentiment d'impuissance, au manque de repère. La préservation de sa propre santé passe par la perception positive de soi. La construction du risque dépend aussi de l'affiliation d'un individu à une structure sociale donnée. Ces questions renvoient aux travaux sur la psychologie de l'adolescent et aux études sur les comportements des jeunes (Choquet et Ledoux, 1998, Lagrange H. & Lhomond B., 1997).

Les anglosaxons ont développé une approche comportementaliste de la santé. Le Health belief model, *"postule que la décision d'adopter tel comportement résulte d'un effet multiplicatif de différents facteurs qui regroupe la perception de sa propre vulnérabilité à un risque, celle de la gravité des conséquences du risque, des coûts et bénéfices liés à l'adoption de moyens de prévention, des stimuli extérieurs (conseils d'un médecin par exemple), de facteurs démographiques, psycho-sociologiques, structurels (disponibilité des préservatifs). (...) La théorie de la 'self efficacy', s'intéresse également aux processus cognitifs de traitement de l'information et insistent quant à elles sur l'identification des conditions environnementales qui conduisent à l'acquisition et au maintien des comportements."* (Bajos, 1995, p. 203).

la gestion
du risque
se construit
dans l'interaction

Les travaux récents mettent partiellement en question cette approche et montrent que la gestion du risque se construit dans l'interaction plus qu'individuellement. Ils montrent aussi que l'action est elle-même source de modification des comportements (Morin et Joule, 1991). Les enquêtes KABP (Knowledge, attitude, belief and practice) (Moatti, Dab et al. 1990, 1992), ont montré qu'il existait un réel décalage entre connaissances et comportements.

En privilégiant une approche psychanalytique Hubert Lissandre (1995), propose cinq "règles" susceptibles de guider l'action des personnes, qui donne un élément de compréhension de son fonctionnement :

1. *"Ce qu'on fait n'est pas ce qu'on dit*
2. *Celui qu'on écoute est celui qu'on aime*

3. *Ce qu'on dit n'est pas ce qui est entendu*

4. *Celui à qui l'on parle n'est pas celui dont on parle*

5. *Celui qui passe à l'acte est celui qui ne parle pas*"

Pour lui "la meilleure arme préventive est donc la parole – ce qui suppose en amont, de privilégier la qualité d'écoute des acteurs de terrain, et leur capacité à entendre même et surtout ce qu'ils désapprouvent". (Ibid, p. 290).

Ces travaux montrent une diversité des approches possibles, un cadre théorique en construction et surtout une très grande complexité dans ce qui est à l'origine d'une prise de décision et donc d'une prise de risque. Ils permettent aussi de poser des jalons pour une prévention à mettre en œuvre. Il est tentant de rapprocher les théories d'apprentissage sur lesquelles s'appuient la plupart des travaux en didactique et les référents théoriques des travaux sur la prévention. Comment en effet s'empêcher de faire un parallèle entre les théories constructiviste, béhavioriste, situationniste, cognitiviste et interactionniste de l'apprentissage et les théories constructiviste, objectiviste, comportementaliste, auxquelles se réfèrent les recherches sur la prise de risque.

Ce parallèle nous amène aussi à nous questionner sur la mise en place concrète de situations de prévention "efficaces" dans les établissements scolaires, alors que l'apprentissage et l'enseignement restent encore plutôt centrés sur l'enseignant et le savoir, avec par exemple une certaine persistance de l'enseignement magistral, et une certaine difficulté à la mise en place d'une pédagogie plus active ou participative.

1.3. Qu'est-ce qu'une prévention efficace ?

Selon les auteurs et les points de vue, il y a plusieurs réponses possibles, la question même de l'efficacité en matière de prévention, peut être posée. C'est bien sur une prévention qui intègre dans sa mise en place les connaissances présentées ci-dessous sur la prise de risque et sur les caractéristiques des adolescents. C'est-à-dire ne pas se contenter d'apporter des savoirs et des informations, mais permettre aux jeunes de s'exprimer sur leur sexualité sans l'imposition d'un discours, commencer l'éducation sexuelle avant que les jeunes ne soient sexuellement actifs, être capable d'entendre des points de vue choquants ou avec lesquels il n'y a pas accord, privilégier l'interaction, construire une approche interdisciplinaire, travailler sur l'estime de soi des jeunes, créer un climat de confiance. En résumé, travailler sur la personne, sur ses représentations, apporter des connaissances et des méthodes, développer l'aptitude à communiquer.

Selon Roussille et Ardwisson (1998), une prévention efficace est une prévention qui atteint ses objectifs. Pour eux, "tout ce qui, sous l'influence d'une action organisée et volontaire, serait modifié dans un sens favorable à la santé au niveau des connaissances, attitudes, comportements et compétences des

la prévention est efficace quand elle atteint ses objectifs

... ce qui implique qu'ils soient précisément définis

individus ou des groupes, serait un indice d'efficacité". Cette affirmation ne répond pas à la question des objectifs et il reste encore à définir ce qui est favorable en matière de santé, ainsi que la question de l'évaluation : comment décider qu'un comportement est modifié, et plus simplement comment évaluer les comportements et attitudes ? L'école peut contribuer à impulser une dynamique de changement de comportements chez les jeunes, par la mise en place d'actions visant l'acquisition de connaissances, de compétences, par la mise en place d'échanges, qui favoriseront une certaine réflexion et peut-être interviendront dans des modifications de comportements.

2. LA MISSION DE L'ENSEIGNANT DANS LES TEXTES OFFICIELS ET LES PROGRAMMES

Le rôle et la mission des enseignants de S.V.T. (Sciences de la Vie et de la Terre) sont décrits dans les programmes et dans les instructions officiels. Le thème du sida est traité dans les programmes actuellement en vigueur en cinquième, quatrième et troisième des collèges (publiés en 1996), ainsi que dans les programmes de première L (1993). Plusieurs arrêtés concernant la prévention du sida ont été publiés par le Ministère de l'Éducation Nationale à l'intention des recteurs et des chefs d'établissement. En particulier la circulaire 89-119 du 18 mai 1989, qui souligne que l'information donnée doit être le point de départ d'une discussion avec les élèves, et la circulaire 98-234 du 19 novembre 1998 qui lie prévention du sida et éducation sexuelle, et qui institutionnalise deux heures d'éducation sexuelle obligatoires, en quatrième et en troisième. Deux ans après sa publication, son application est toujours incertaine et hétérogène selon les régions et les établissements.

l'éducation nationale délivre parfois des messages faisant apparaître des représentations divergentes de la santé, aux enseignants de SVT

L'analyse des programmes officiels et des circulaires montre deux représentations différentes de la prévention et préconisent des méthodologies disjointes, voire par certains aspects contradictoires. En effet, les programmes de SVT prennent pour référence la connaissance des fonctions et des organes, ainsi que leurs dysfonctionnements. L'implication des élèves ainsi que la prise en compte de leurs représentations et de leur vécu semblent absents. La circulaire intitulée "éducation à la sexualité et prévention du sida", propose une dimension globale de l'éducation sexuelle, elle indique que l'éducation à la sexualité "exige la prise en compte des dimensions psychologique, affective, socioculturelle et morale qui, seules, permettent un ajustement constant aux situations vécues des hommes et des femmes, dans leurs rôles personnels et sociaux". Les séances d'éducation sexuelle d'une durée de deux heures au minimum sont prises en charge dans les établissements par une équipe de personnes volontaires, asso-

ciant des enseignants et des personnels d'éducation, de préférence du collège. Elles doivent se faire dans le cadre d'un travail interdisciplinaire. Cette circulaire a été fortement contestée. Elle avait été publiée une première fois en avril 1996, puis annulée en juillet 1998 par le conseil d'état, après qu'il a été saisi par la confédération nationale des associations familiales catholiques. Elle a été republiée en novembre 1998, à la suite de modifications.

transmettre
des connaissances,
ou accompagner
les élèves dans leur
construction
individuelle.

Ce descriptif fait apparaître deux approches, qui peuvent sembler complémentaires si elles poursuivent le même objectif, ou contradictoires si l'on se réfère aux modèles implicites de prévention. Nous relevons un modèle informatif dans les programmes de SVT et un modèle d'accompagnement dans la circulaire. Comment les enseignants se retrouvent face à ces demandes institutionnelles qui n'émanent pas des mêmes sources, et qui ne véhiculent pas les mêmes objectifs, ni les mêmes modèles de prévention, et qui pourtant s'adressent aux mêmes enseignants ? Nous voulons aussi relever les enjeux et les débats sociaux, religieux, de pouvoir, que le thème de l'éducation sexuelle soulève et sur lesquels l'école doit se positionner.

3. LES REPRÉSENTATIONS DES ENSEIGNANTS SUR LA PRÉVENTION DU SIDA

L'analyse des discours d'enseignants de sciences de la vie et de la terre nous a permis d'étudier leurs représentations sur la prévention du sida, au regard des modèles de prévention existants, de la demande institutionnelle et des attentes des jeunes. Cette analyse des représentations nous permet de bâtir une analyse *a priori* des attentes, des questions et des difficultés des enseignants pour aborder le thème du Sida et de l'éducation sexuelle.

Les différentes études réalisées au LIDSET (4) portent d'une part sur la transposition didactique que subissent les savoirs sur le sida, quand il est enseigné au lycée et au collège, (Riou-Kerangal 1995) – et d'autre part sur les représentations et les pratiques des enseignants dans la perception de leur rôle d'acteur de prévention-sida (Cogerino, Marzin & Méchin 1998, Sacadura 1998), ainsi que sur l'analyse de ces pratiques (Marzin et Méchin, 1998). Au cours de cette dernière étude, nous avons effectué une enquête par questionnaire auprès des enseignants de sciences de la vie et de la terre, dans 65 établissements de l'académie de Grenoble. Six entretiens semi-directifs ont prolongé cette enquête.

(4) LIDSET : Laboratoire Interdisciplinaire de Didactique des Sciences Expérimentales et des Technologies.

L'analyse du corpus obtenu s'est fait selon six axes : le regard sur les élèves, l'enseignant et son rôle professionnel, la personne de l'enseignant, la conception de la prévention santé, les situations pédagogiques mises en place, le modèle pédagogique sous jacent. Les résultats de cette recherche sont présentés succinctement ci-dessous.

3.1. Les aspects pédagogiques et didactiques

l'étude des pratiques des enseignants de SVT, acteurs de prévention montre une grande hétérogénéité des représentations et des types de situations pédagogiques proposées

Les contacts que nous avons eus avec des enseignants en activité nous ont montré que ceux-ci sont souvent mal préparés à ce nouveau rôle, et nous a fait pressentir un déficit de formation.

Les réponses aux questions touchant aux aspects didactiques et pédagogiques comportent des contradictions. De manière générale, les enseignants aimeraient donner plus la parole aux élèves, mais ils éprouvent des difficultés à le faire. Cela peut être mis en évidence lorsque l'on analyse dans le discours des enseignants l'écart entre ce qu'ils font faire aux élèves (poser des questions, écouter une personne adulte, visionner des supports audiovisuels, lire des documents écrits) et ce qu'ils aimeraient que les élèves fassent (débatte, élaborer des documents). Les enseignants interrogés ont tendance à placer les élèves dans une situation d'observateurs, alors qu'ils aimeraient qu'ils soient acteurs. Ils veulent souvent convaincre les élèves à l'aide d'arguments scientifiques.

3.2. L'enseignant et les attentes des élèves

Pour les enseignants interrogés, l'éducation sexuelle et le sida ne sont pas des thèmes comme les autres. Ils aimeraient cependant pouvoir les traiter comme tout autre sujet scientifique, afin qu'il y ait une continuité avec le reste du programme. Ils désirent garder la maîtrise des connaissances. Sur l'ensemble des six entretiens, les enseignants évoquent peu les attentes des élèves. Lorsqu'ils en parlent, c'est pour exprimer soit le niveau de connaissances des élèves, soit leur questionnement par rapport au sujet du sida.

3.3. L'enseignant et son rôle d'acteur de prévention

les enseignants de SVT se questionnent sur leur rôle quand ils font de la prévention

Les enseignants interrogés se posent beaucoup de question sur leur rôle quand ils font de la prévention. Ils considèrent simultanément que c'est leur rôle de faire de la prévention du Sida et qu'*ils sont mal placés* pour le faire.

À partir de ces travaux et de ceux de Riou-Kerangal (1995) nous avons catégorisé plusieurs types d'approches chez les enseignants : une approche naturaliste qui compare souvent l'homme à un animal et qui assimile sexualité et reproduction ; une approche médicale et anatomiste qui propose une description du corps et de ses dysfonctionnements ; une

approche scientifique où l'enseignant va développer une explication scientifique sur les mécanismes biologiques en jeu ; une approche planificatrice qui va centrer son intervention sur la contraception et la planification des naissances ; une approche romantique qui va aborder le sentiment amoureux, la rencontre, le désir ; une approche socio-économique qui va analyser la maladie d'un point de vue statistique en envisageant ses retombées économiques et sociales. Les travaux de Riou-Kerangal ont montré que souvent les enseignants s'attachaient à ce qu'elle a nommé un "idéal-type" qui lui sert de modèle implicite pour se représenter son rôle et pour fonctionner en classe. Ces idéaux-types peuvent être le médecin, le scientifique, l'animateur(trice) de planning familial, l'écrivain...

Ces résultats de recherche mettent en évidence que les enseignants fonctionnent à partir d'un modèle partiellement efficace si l'on se réfère aux concepts de la prévention, et ceux de la didactique. Dans la plupart des cas, les enseignants ont des difficultés à prendre en compte le développement personnel des élèves, à intégrer véritablement une conception globale de la santé et une démarche participative. La difficulté est augmentée par des contradictions entre les programmes de sciences de vie et de la terre en collège et en lycée qui renvoient à une conception mécaniste, voire hygiéniste du sida alors que les instructions officielles (circulaire du 15 avril 1996 qui fixe le cadre des deux heures d'éducation à la sexualité et de prévention du sida en collège) renvoient une conception plus systémique de la santé et de la personne.

4. QUEL RÔLE PEUT JOUER LA DIDACTIQUE DANS LA FORMATION DES ENSEIGNANTS DANS CE DOMAINE

4.1. Les modules de formation existants dans les Instituts Universitaires de Formation des Maîtres

L'enquête effectuée par le GRESMS (5) en 1999 (Berger et al, 2000) auprès des 29 I.U.F.M. et pour laquelle 16 réponses ont été obtenues, a montré une prise en compte significative de l'éducation pour la santé dans les plans de formation. Cette enquête a été effectuée par questionnaires, envoyés aux directeurs des I.U.F.M. et aux directeurs-adjoints chargés des formations. Elle a montré que les formateurs impliqués

(5) GRESMS : Groupe de Recherche sur l'éducation pour la Santé en Milieu Scolaire. Ce groupe de recherche est composé de Dominique Berger (I.U.F.M. de Clermont-Ferrand), Geneviève Cogerino (Université Lyon 1), Didier Jourdan (I.U.F.M. de Clermont-Ferrand), Patricia Marzin (I.U.F.M. de Grenoble), Daniel Motta (I.N.R.P.), Christine de Peretti (I.N.R.P.), Patricia Victor (I.U.F.M. de Rouen).

les formations en éducation pour la santé proposées dans les IUFM sont très diverses et font souvent appel à des intervenants extérieurs

sont majoritairement en sciences de la vie et de la terre (54 %), puis en éducation physique et sportive (18 %), enfin en psychologie (10 %), et autres. Dans 97 % des cas, les formations se font en partenariat avec des organismes extérieurs à l'I.U.F.M.

Si le thème de la santé est quantitativement bien présent dans tous les I.U.F.M. qui ont répondu au questionnaire, les actions de formation et les thèmes traités sont très hétérogènes. Nous avons comptabilisé un total de 139 actions de formation qui traitaient 260 thèmes. Après regroupement des réponses, il apparaît que les formations visant une approche spécifique sont les plus importantes, elles concernent un quart des réponses. Viennent ensuite les formations visant une approche globale de la santé, la maltraitance et l'approche par les risques. Enfin viennent les thèmes de citoyenneté, les démarches et méthodes, et enfin la sécurité et les premiers secours.

Dans les thèmes spécifiques traités se trouvent : la sexualité et le Sida, les rythmes de l'enfant, le sommeil et l'alimentation. Les actions de prévention du Sida sont peu nombreuses (15), de même que les formations sur les conduites à risque, la consommation de produits psycho-actifs et la violence subie.

Ces résultats peuvent être analysés au regard des directives ministérielles sur la santé. Deux textes ont été publiés au Bulletin Officiel de l'éducation nationale en décembre 1998. L'un concerne la prévention du sida (circulaire N° 98-234 du 19-11-1998, parue au BO n° 46 du 10-12-98), l'autre, plus général définit les orientations pour l'éducation à la santé à l'école et au collège (circulaire N° 98-237 du 24-11-1998, publiée au BO N° 45 du 3-12-98). Ces deux circulaires formulent des orientations pour la formation des enseignants. Selon la circulaire sur l'éducation à la santé, les thèmes à privilégier sont : l'alimentation, la sexualité, le respect du corps, les toxicomanies. Le thème du sida a fait l'objet de sept circulaires ministérielles, depuis 1989, en direction des recteurs, des chefs d'établissement, des enseignants et des formateurs. Il est paradoxal de constater que ce thème, et ceux énoncés dans la circulaire sur la santé, sont peu pris en compte par les formations, mise à part l'alimentation. Il semble qu'il y ait un décalage entre les directives ministérielles et les formations proposées aux enseignants.

Nous faisons l'hypothèse que les difficultés à aborder les thèmes de la sexualité et des conduites à risque, pointées chez les enseignants, existent aussi chez les formateurs dans les instituts de formation. Les modules mis en place dans les I.U.F.M., respectent le plus souvent les directives ministérielles, mais ils peuvent aussi être le fruit d'une volonté politique de l'équipe de direction ou de volontés individuelles émanant d'un formateur ou d'un groupe disciplinaire. Une autre explication possible est la difficulté pour les I.U.F.M., à gérer la multiplicité des thèmes qu'ils ont à couvrir dans leurs

formations, quand les priorités ne sont pas clairement énoncées. Sur le thème de la santé, ce sont souvent les compétences locales ou les intérêts individuels qui vont contribuer aux choix des thèmes des formations à mettre en place.

Les résultats de la recherche ne sont pas souvent utilisés pour l'orientation des plans de formation dans les I.U.F.M. La communauté didacticienne joue ce rôle de divulgation et de transposition des résultats de ses recherches et est aussi une force propositionnelle dans les I.U.F.M.

4.2. Réflexions et propositions de la didactique sur l'éducation au risque

les didacticiens qui se sont penchés sur le thème de l'éducation aux risques pensent que le savoir seul ne suffit pas

Les didacticiens des sciences qui se sont intéressés à la question du risque, de la santé et de la prévention s'accordent sur le fait que la seule entrée par les savoirs n'est pas suffisante si l'on veut proposer une éducation aux risques. Guy Rumelhard (1998) a interrogé le concept de santé, comme un concept "qui mérite d'être enseigné". Il a visité le concept de santé dans ses diverses acceptions, et il préconise une éducation à la santé publique. Le risque fut le thème des XXII^{es} journées internationales sur la communication, l'éducation et la culture scientifiques et industrielles, qui se sont déroulées du 20 au 24 mars 2000, à Chamonix. Dans l'intervention qui ouvrit ces journées, André Giordan (2000), dit que face au problème du risque "le savoir seul ne suffit pas" et qu'"il ne s'agit pas non plus d'une simple question de transfert de connaissances". Il propose une approche multiple et systémique. Pour lui "seule la combinaison d'éléments moteurs où l'individu se confronte sur la durée à des éléments issus de la bio - la désensibilisation à la nicotine -, de la psycho - la relation aux autres -, de la psycha - l'image de soi -, de la socio - ses repères - ou de l'anthropo - mon comportement avec les autres, ma convivialité, ma bande - a quelques chances de succès."

Jean-Louis Martinand (2000) pense lui aussi que "l'entrée par la question des connaissances n'est pas la plus pertinente pour envisager notre problème. Autant et peut-être plus que de savoirs, il s'agit de valeurs, d'habitus, de capacités de décision, de volonté d'action." Pour lui ce sujet touche plus à l'éducation qu'à l'enseignement, dont il pense que le problème des enjeux qu'il pose devrait aussi être discuté plus largement.

Les différents points de vue s'accordent aussi sur le fait que même si les savoirs ne sont pas premiers, ils doivent être présents, la question qui se pose alors est comment faire aborder ces savoirs par les élèves et comment faire en sorte qu'ils se les approprient. Car il faudrait que cette implication personnelle de l'élève soit première et qu'elle le guide dans sa recherche des informations qui prendront sens pour lui.

De nombreuses propositions concrètes sont faites aux enseignants et aux concepteurs de programmes concernant la pré-

vention du sida. L'OMS (1994) propose huit objectifs pour créer une action efficace pour la prévention du sida et des MST :

1. *Inculquer aux élèves des informations correctes sur les principaux aspects de VIH et du sida ;*
2. *Rectifier les croyances erronées, et les craintes non fondées concernant divers aspects du syndrome et ceux qu'il affecte directement ;*
3. *Créer un degré approprié de préoccupation et de motivation ;*
4. *Développer des compétences nécessaires pour éviter les situations à haut risque et/ou pour négocier l'adoption d'autres composantes à moindre risque ;*
5. *Fournir des informations exactes concernant les préservatifs et les autres moyens de protection contre le sida et les MST ;*
6. *Faire en sorte que les préservatifs et les autres moyens de prévention du sida soient à la fois disponibles et culturellement acceptables ;*
7. *Créer un climat psychologiquement sûr et accueillant qui encourage les jeunes à exprimer leurs craintes et leurs préoccupations concernant le sida et les relations sociales qui pourraient conduire à l'infection à VIH ;*
8. *Offrir aux jeunes en général – et aux jeunes socialement vulnérables et à haut risque, en particulier – des modèles de rôle appropriés et un réseau d'appui social qui puisse les aider à résister aux pressions et à refuser de s'engager dans des comportements qui s'accompagnent d'un risque élevé d'infection."*

Dans un travail publié par l'ONUSIDA sur les actions de prévention qui réussissent, Anne Grunseit (1997) relate 53 études qui évaluaient des interventions spécifiques. Au vu des conclusions obtenues, elle a dégagé la conclusion que *"les travaux publiés montrent que les interventions efficaces d'éducation sexuelle :*

- *"s'appuient sur la théorie de l'apprentissage social ;*
- *comportent des programmes ciblés, dans lesquels les objectifs comportementaux sont clairement énoncés, et traitent clairement des risques des rapports non protégés et des méthodes permettant d'y échapper ;*
- *mettent l'accent sur les activités orientées vers les influences sociales ;*
- *enseignent en théorie et par la pratique, les compétences en matière de communication et de négociation ;*
- *encouragent les jeunes à communiquer ouvertement dans le domaine de la sexualité ;*
- *dotent les jeunes de compétences permettant de décoder les messages des médias ainsi que les hypothèses et les idéologies qui les sous-tendent."*

Dans ce contexte, la didactique doit continuer à faire des propositions, pour aider les enseignants à faire de la préven-

une approche systémique pour aborder l'éducation pour la santé semble pertinente

tion. Les travaux montrent que les enseignants ont envie de le faire et que les élèves les attendent sur ce terrain.

Il y a tout d'abord la nécessité d'une interdisciplinarité, d'une approche systémique de la santé. Le schéma ci-dessous est un début d'analyse des champs disciplinaires et professionnels qui peuvent être pris en compte dans un travail sur la santé, ainsi que les partenariats possibles.

Les nouvelles technologies, par les ressources en réseau qu'elles peuvent proposer, peuvent aussi aider les enseignants à trouver des ressources et des partenaires, elles peuvent les aider à renouveler leurs connaissances, elles peuvent leur proposer des aides et des guides didactiques et pédagogiques.

Il est important d'aider les enseignants à clarifier leur rôle quand ils deviennent acteurs (ou co-acteurs), de prévention Sida. Nous voyons ici plusieurs pistes de travail :

- une analyse du contrat en œuvre dans des situations de prévention, pourrait éclairer les chercheurs et les enseignants sur ce qui se joue dans ce type de situation, par rapport au savoir, par rapport aux élèves. La clarification de la responsabilité de l'enseignant et de l'élève par rapport au savoir pourrait se faire dans ce cadre ;
- un travail sur les représentations sociales des enseignants paraît aussi pertinent. Nous avons en effet constaté, un certain décalage entre ce que les enseignants font et leur représentation de ce qui est une prévention efficace et de ce que l'on sait de son efficacité réelle ou perçue ;
- une analyse de clarification sur la mise en relation des connaissances (l'espace réel), des croyances (qui renvoient à une autre rationalité) et opinions.

La didactique a aussi un rôle à jouer dans la diffusion et la transposition des résultats de travaux sur la prévention. Un travail d'ingénierie didactique et pédagogique pourrait être utile à la communauté enseignante. Ce travail passe par la prise en compte des représentations des enseignants, de leurs rôles, des obstacles et des difficultés qu'ils rencontrent.

Pour éduquer aux risques, Françoise Werckmann (2000) propose de développer une culture du questionnement, ou de la communication réflexive. Pour elle *"la liberté de l'élève va s'inventer par rapport à lui-même, (...) et aussi par rapport aux contraintes de la classe."* Il y a *"nécessité de percevoir la logique de parole, de l'échange, de la discussion, et du dialogue qui redonne la dignité "Talk with us, not at us" qui montre l'importance des relations personnelles suivies"*. Ce pourrait aussi être la base d'un projet à proposer aux enseignants.

les nouvelles technologies par les ressources en réseau qu'elles proposent peuvent fournir une aide aux enseignants

un travail de clarification des savoirs et des méthodes en jeu peut être fait par les didacticiens

BIBLIOGRAPHIE

BAJOS, N., BOZON, M., GIAMI, A., DORE, V. & SOUTEYRAND, Y. (1995). *Sexualité et Sida. Recherches en sciences sociales*. Collection Sciences sociales et Sida. Paris : ANRS.

BERGER, D., COGERINO, G., JOURDAN, D., MARZIN, P., MOTTA, D., de PERETTI, C. & VICTOR, P. (2000). Education à la santé : État des lieux des formations proposées par les Instituts Universitaires de Formation des Maîtres (I.U.F.M.). In A. Giordan, J.L. Martinand & D. Raichvarg (Eds). *Actes des XXII^{es} Journées Internationales sur l'Éducation Scientifiques*. Chamonix.

CHOQUET, M. & LEDOUX, S. (1998). *Attentes et comportements des adolescents*. Coll Formation Santé. Paris : Editions INSERM.

GIORDAN, A. (2000). Introduction des XXII^{es} J.I.E.S. L'éducation aux risques – santé, sécurité, environnement. Le collier de tous les risques ou un “pense-bête” pour une lucidité moderne. In A. Giordan, J.L. Martinand & D. Raichvarg (Eds). *Actes des XXII^{es} Journées Internationales sur l'Éducation Scientifiques*. (pp. 23-33). Chamonix.

GRUNSEIT, A. (1997). *Influence de l'éducation en matière de VIH et de santé sexuelle sur le comportement sexuel des jeunes : un bilan actualisé*. Collection Meilleures pratiques de l'ONUSIDA. Genève : ONUSIDA.

JOURDAN, D., de PERETTI, C., VICTOR, P., MOTTA, D., BERGER, D., COGERINO, G. & MARZIN, P. (2001). *État des lieux des formations en éducation à la santé proposées dans les instituts universitaires de formation des maîtres (IUFM). Éducation et santé*. J. Billon coord, ed. Septentrion. Presses Universitaires de Lille.

KIRBY, D. (1995). *A review of educational programs designed to reduce sexual risk-taking behaviors among school-aged youth in the United States*. Santa Cruz (CA) : ETR Associates.

LAGRANGE, H. & LHOMOND, B. (1997). *L'entrée dans la sexualité. Le comportement des jeunes dans le contexte du sida. Recherches*. Paris : La découverte.

LESELBAUM, N. (1990). *La prévention à l'école*. Paris : INRP.

LESELBAUM, N. (1992). *La prévention à l'école ; contribution à la mise en place d'actions pour la santé au collège et au lycée, analyse de leurs dynamiques, évaluation de leurs effets*, Paris : INRP.

LESELBAUM, N. & De PERETTI, C. (1994). *La prévention à l'école. Guide ressource des actions d'éducation à la santé liées à la prévention du sida menées dans les lycées et les collèges*, Paris, INRP.

LISSANDRE, H. (1995). Les homosexuels et le “safer sex” une approche psychanalytique. In *Sexualité et Sida* (pp. 289-291). Paris : ANRS.

LUDWIG, D. (1994). La persuasion en psychologie sociale, in *Les jeunes face au sida, de la recherche à l'action*. Paris : ANRS, 1993, réédition 1994.

MARTINAND, J.L., (2000). Conclusion des XXII^{es} JIES. L'éducation aux risques – santé, sécurité, environnement. Propos d'étapes. In A. Giordan, J.L. Martinand & D Raichvarg (Eds). *Actes des XXII^{es} Journées Internationales sur l'Éducation Scientifiques* (pp 165-171). Chamonix.

MARZIN, P. & MARIGNAC, Y. (2000). Aids@nuke.world. Risque nucléaire et risque sida. In A. Giordan, J.L. Martinand & D Raichvarg (Eds). *Actes des XXII^{es} Journées Internationales sur l'Éducation Scientifiques* (pp. 143-150). Chamonix.

MORIN, M. & JOULE, R.V. (1991). *Représentations sociales et engagements : recherches psychologiques en milieu scolaire sur les modifications de conduite des jeunes en relation au sida*. Paris : ANRS.

OMS. (1994). *Programme mondial de lutte contre le SIDA. Projets pilotes OMS/UNESCO d'éducation sur le sida à l'école*. WHO/GPA/TCO/PRV/94.5. Genève.

RIOU-KERANGAL, E. (1995). *Enseigner le SIDA au collège et au lycée : Quelles pratiques et quels rôles pour les professeurs de biologie ? Une approche didactique de l'enseignement du SIDA*, Mémoire de DEA. Université Joseph Fourier, Grenoble I.

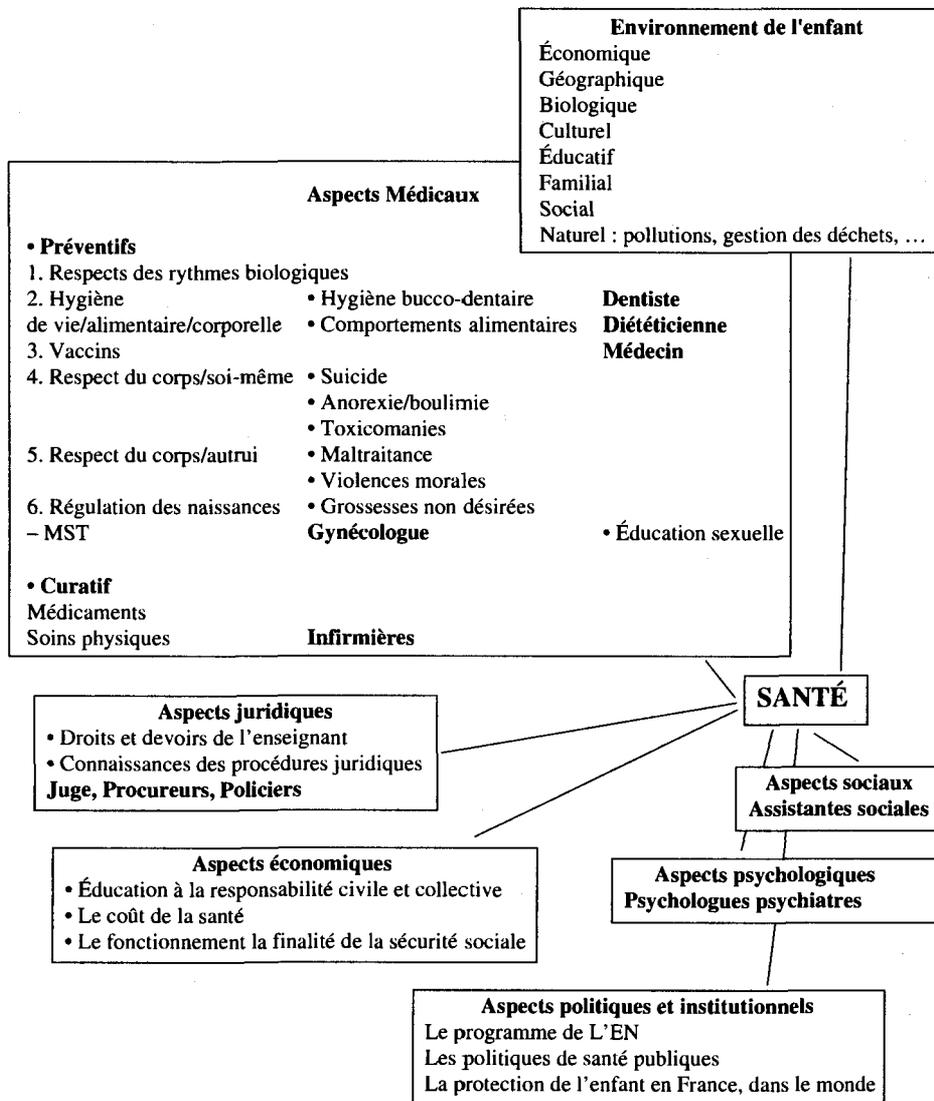
ROUSSILLE, B. & ARWIDSON, P. (1998). *L'éducation pour la santé est-elle efficace ?* Paris : CFES.

RUMELHARD, G. (1998). Santé et pouvoir de rétablissement, concept populaire, concept scientifique, concept socio-politique : une analyse en vue d'une éducation. *Aster* N° 27, (pp. 125-143). Paris : INRP.

UNESCO, OMS, ONUSIDA (1997), *Éducation sanitaire à l'école pour la prévention du SIDA et des MST*. Documents de référence à l'usage des planificateurs de programmes scolaires.

WERCKMANN, F. (2000). L'éducation aux risques en développant la capacité de décider. In A. Giordan, J.L. Martinand & D Raichvarg (Eds). *Actes des XXII^{es} Journées Internationales sur l'Éducation Scientifiques* (pp. 515-520). Chamonix.

Document 1. Différents thèmes et acteurs en lien avec le concept de santé



NATURE ET ORGANISATION DU SAVOIR PROFESSIONNEL ENSEIGNANT "SOUHAITABLE"

Rafael Porlán Ariza

Ana Rivero García

Les enseignants sont les agents indispensables de tout programme visant l'amélioration de l'éducation. C'est pourquoi il nous paraît important de tenter de mieux comprendre les connaissances qui leur permettent de mener à bien leur tâche, ainsi que les processus qui permettent d'en favoriser l'évolution. Cette perspective de recherche centrée sur la caractérisation du savoir professionnel, aussi bien celui qui existe majoritairement que celui que nous proposons comme souhaitable, nous paraît féconde pour comprendre et orienter les processus de développement professionnel. L'article présente plus particulièrement ici la définition que nous proposons du savoir professionnel souhaitable, dans le cadre d'un modèle de formation constructiviste et centré sur une démarche de recherche. Il met l'accent sur la nature pratique de ce savoir, ses références principales et l'organisation qui peut lui permettre de se construire en tant que savoir reconnu, spécifique au corps enseignant.

1. REGARD ÉPISTÉMOLOGIQUE SUR LES MODÈLES DE FORMATION

les conceptions
épistémologiques

Lors de précédents travaux nous avons analysé la formation des enseignants à partir de différentes perspectives. Du point de vue des processus d'enseignement-apprentissage, nous avons défini quatre modèles didactiques et les profils professionnels correspondants : *traditionnel, technicien, spontanéiste-actif et chercheur* (Porlán et Martín, 1991). Nous avons montré que la vision de l'évolution sociale (technicienne, activiste, etc.) influence les conceptions de l'évolution scolaire et professionnelle, de telle sorte que les conceptions de l'éducation sont habituellement les manifestations particulières d'idéologies plus globales (Porlán et García, 1990). Nous avons également proposé, à diverses reprises et en y apportant des nuances, un classement des modèles de la formation des professeurs en relation avec les différents modèles didactiques mentionnés ci-dessus et l'image du professeur et de la nature du savoir professionnel qui leur est attachée (Grupo de Investigación en la Escuela, 1991). Résultant de tout ce processus, l'analyse que nous présentons ici prend pour critère principal les conceptions épistémologiques qui fondent ces modèles (Porlán et Rivero, 1998). Dans cette perspective,

... différencient
quelques modèles
de formation

nous distinguons quatre modèles en fonction du type de savoir considéré comme prioritaire dans la définition des connaissances professionnelles (1).

1.1. Les modèles fondés sur la primauté du savoir académique

des savoirs
académiques

Également appelés traditionnels (Martin del Pozo, 1994), formels (Demailly, 1991), transmissifs (Yus, 1993), encyclopédiques (Pérez Gómez, 1992) etc., ce sont des modèles dans lesquels le seul savoir important pour l'enseignement est le savoir disciplinaire (aussi bien celui des contenus liés à la discipline enseignée que celui des sciences de l'éducation). Ces modèles ignorent ou déprécient les autres savoirs, et en particulier le savoir du professeur, et partent du présupposé qu'il est possible de transmettre les savoirs de base de la discipline à travers une exposition ordonnée, de telle sorte qu'ils passent de l'esprit de l'expert à l'esprit du professeur sans subir de modifications, déformations, interprétations ou amputations significatives.

dont la juxtaposition
tient lieu
d'organisation

En ce sens, Furió (1994) envisage la nécessité de remettre en question la *juxtaposition de savoirs académiques* qui prédomine dans ces approches. En effet, malgré le caractère intégré du travail professionnel, la formation est conçue comme un processus d'addition d'éléments de plusieurs disciplines, et même, fréquemment, de concepts d'une même discipline. C'est le cas des activités de formation, si nombreuses dans la formation initiale comme dans la formation continue, où l'on apporte quelques contenus de psychologie, de didactique générale, de didactique spécifique, de la discipline d'enseignement considérée, en respectant les structures d'origine de chacune des disciplines, se succédant seulement selon une logique d'organisation pratique (compatibilité des horaires, disponibilité des intervenants, etc.). Pour cet auteur, un tel modèle, qui assimile savoir académique et savoir professionnel, empêche la remise en cause au cours de la formation de la pensée commune si influente sur l'activité professionnelle.

"savoir"
permet de
"savoir enseigner"

Ces modèles n'ont pas de fondements explicites, mais ils sont implicitement liés à des conceptions épistémologiques proches d'un certain *absolutisme rationaliste* (la connaissance véritable et supérieure se trouve dans l'ensemble de théories produites par la rationalité scientifique), et à des conceptions de l'apprentissage dans le contexte professionnel fondées sur *l'appropriation formelle de connaissances abstraites* (apprendre la profession signifie s'approprier, tels quels, les contenus notionnels des disciplines) (Porlán, 1989). Ils établissent, par conséquent, une relation mécanique et linéaire entre la théo-

(1) Cet article est un résultat partiel du Projet PB97-0737 financé par la CICYT.

rie et la pratique professionnelle, puisqu'ils semblent confondre "savoir" et "savoir enseigner" (Pérez Gómez, 1992). En conséquence les enseignants formés dans cette optique ont tendance à se contenter d'exposer à l'école les contenus scientifiques qui leur ont été exposés lors de la formation, sans prendre en compte les apports des sciences de l'éducation, qui leur ont été également exposés et qui sont souvent incompatibles avec cette façon transmissive d'enseigner (cependant, la différence de dosage entre disciplines de contenu et disciplines des sciences de l'éducation dans la formation initiale des professeurs de l'enseignement primaire et secondaire est si importante que ces réflexions devraient être nuancées selon les cas).

En relation avec la problématique centrale qui nous intéresse – la formulation d'une théorie du savoir professionnel qui puisse orienter les processus de formation des enseignants – nous pouvons conclure en soulignant que les approches fondées sur le savoir académique opèrent une réduction et une simplification épistémologiques *en identifiant savoir professionnel et savoir disciplinaire, et en concevant la formation comme le résultat d'une simple juxtaposition de contenus scientifiques et psychopédagogiques en proportions adaptées au niveau d'enseignement de référence*. Ceci rend les enseignants peu armés face à la complexité des problèmes de la profession et favorise la survivance de modèles d'enseignement-apprentissage dépassés.

1.2. Les modèles fondés sur la primauté du savoir technique

Les approches fondées sur le savoir technique se différencient des modèles académiques en ce qu'ils reconnaissent la dimension pratique de l'activité enseignante, et y ressemblent dans la suprématie qu'ils accordent au savoir disciplinaire. Ce sont des modèles qui relèvent d'un *réductionnisme épistémologique rationaliste et instrumental* : ils identifient le savoir professionnel non pas directement aux savoirs disciplinaires mais à un ensemble de *compétences techniques* qui découlent de ces savoirs et qui sont déterminées par des experts, de telle sorte que les professeurs ne sont pas utilisateurs directs des disciplines mais de leurs dérivés techniques, autrement dit, de leurs implications pour la pratique (techniques en vue de la sélection de contenus et objectifs, méthodes concrètes d'enseignement, techniques d'évaluation, etc.). L'enseignement, selon ces modèles, n'est pas un espace de reproduction mécanique du savoir académique, mais correspond à une technique et, comme telle, il est constitué de savoirs fonctionnels, que les professeurs doivent maîtriser pour accomplir correctement leur tâche. Ainsi, la relation entre la théorie psychopédagogique et l'action professionnelle demeure, comme pour les modèles où prévaut le savoir académique, unidirectionnelle et hiérarchique, encore que,

des compétences
techniques

dans le cas présent elle ne s'exerce pas directement mais à travers le savoir technico-didactique qui rend opérationnelles les connaissances théoriques et les transforme en produits utilisables par les professeurs.

ni les contenus
disciplinaires

Cependant, le plus souvent cette conception technique du travail d'enseignement n'inclut pas, ni ne les résout, les aspects liés aux contenus curriculaires. D'ailleurs lorsqu'on envisage les connaissances didactiques d'un point de vue technique, comme nous le décrivons ici, comment pourrait-on envisager les connaissances associées aux contenus curriculaires ? Quelles relations peut-on établir entre les deux ? Que serait une formation technique dans les contenus de la discipline ? Les modèles techniques proposent une solution fonctionnelle pour la formation de compétences didactiques et méthodologiques des enseignants, mais ils ne donnent pas de réponse claire à la formation aux contenus disciplinaires, qui n'existe pas ou demeure traditionnelle.

... ni complexité
et valeurs ne sont
pris en compte

L'autre grand "oubli" de ces approches est que l'enseignement n'est pas une activité neutre mais qu'elle est chargée de conflits idéologiques (Imbernón, 1994), qui ne peuvent pas être résolus par une technique déterminée. Pérez Gómez (1992) partage et élargit ce point de vue en énonçant deux arguments de base afin de démontrer que le savoir technique n'est pas à même de résoudre les problèmes spécifiques de la profession enseignante. En premier lieu, la nature humaine et sociale des phénomènes liés à l'éducation ne permet pas de les considérer comme des *objets techniques*, étant donné que la complexité qui les caractérise et leur rattachement à des valeurs les rend irréductibles à des questionnements purement instrumentaux. Ensuite, il n'existe aucune théorie scientifique unique capable de rendre compte des problèmes spécifiques des processus d'enseignement-apprentissage, problèmes qui non seulement sont de nature interdisciplinaire, mais, de plus, transcendent le cadre strictement scientifique.

1.3. Les modèles fondés sur la primauté du savoir pratique

un savoir pratique...

Sont rassemblés ici un ensemble de modèles qui ont reçu diverses dénominations : actifs, spontanéistes (García Díaz, 1986), périphériques (Pérez Gómez, 1992), informels (Demailly, 1991), procéduraux (Escudero, 1992) etc. On les appelle *actifs* parce qu'ils privilégient habituellement l'action par rapport à la réflexion, et l'intervention par rapport à la planification et au suivi. On les appelle aussi *spontanéistes* parce qu'ils considèrent l'apprentissage professionnel comme un processus qui, dans les conditions adéquates, se produit spontanément (on apprend à enseigner en enseignant, on apprend à innover en innovant), sans avoir besoin d'un guide spécifique, d'une orientation ou d'une aide extérieure, d'une méthode. Ceci explique que certains auteurs les qualifient d'*informels*, puis-

qu'il leur manque un programme plus ou moins mis en forme et institutionnalisé, ou bien que, s'ils en ont un, il ne fonctionne pas. Enfin, on les considère comme *procéduraux* parce qu'ils développent excessivement les procédés au détriment des concepts.

Ce sont des modèles qui privilégient le savoir pratique, fondé sur l'expérience professionnelle et développé dans le contexte scolaire, par opposition au savoir académique et technologique. Ils partagent avec les approches techniques l'idée que le savoir professionnel souhaitable ne repose pas sur l'appropriation formelle des contenus des sciences de l'éducation, mais ils s'en écartent sur le fait que cette idée, loin de les pousser à chercher les implications techniques du savoir académique, les conduit à couper les liens avec toute rationalité extérieure à l'école, qu'elle soit scientifique ou technique. Dans le cas présent, l'intervention professionnelle s'auto-alimente, dans un cercle récurrent qui est à la fois origine et conséquence de ses limitations.

D'un point de vue épistémologique, ces modèles gardent, par conséquent, une cohérence avec l'*inductivisme naïf* (la théorie est pure spéculation, le savoir professionnel authentique se déduit de la réalité et s'atteint avec l'expérience) et le *relativisme extrême* (les théories et les techniques didactiques ne sont d'aucune utilité, tout dépend de chaque contexte concret). D'un point de vue psychologique, ils reposent sur une conception de l'apprentissage de compétences professionnelles fondée sur l'appropriation de connaissances implicites à partir de l'expérience empirique, sans tenir compte des conceptions préalables des enseignants ni des obstacles que ces conceptions peuvent constituer par rapport au changement et à l'évolution.

Cette tendance, tout comme la précédente, ignore le problème spécifique de la formation en relation avec les contenus. Dans le cas des professeurs de l'enseignement primaire, on pense ainsi, entre autres raisons, que la clef de l'apprentissage professionnel ne réside pas dans le quoi mais dans le comment, soit parce qu'on considère que les contenus vont de soi, soit parce qu'on pense qu'ils ne sont pas importants (le problème n'est pas ce que l'on enseigne mais comment on enseigne). Pour l'enseignement secondaire, on estime qu'il s'agit d'un problème déjà résolu, les études menant à la licence conduisant à un apprentissage jugé suffisant et adéquat pour le métier d'enseignant.

D'autre part, l'une des critiques fondamentales que l'on peut opposer à ces approches, nous semble-t-il, en accord avec Hartnett et Naish (1988), est que l'expérience n'est pas bonne *per se* : la connaissance qu'elle génère est inévitablement imprégnée des erreurs et des obstacles qu'impose la culture dominante (Pérez Gómez, 1992), et son évolution ne peut se faire par conséquent qu'à certaines conditions. Elle requiert, par exemple la reconnaissance de la nécessité d'expériences

... construit à
travers l'expérience
professionnelle

les contenus
disciplinaires
sont absents

ce savoir implicite
échappe
à l'analyse

concrètes variées qui répondent à différentes hypothèses conceptuelles et assurent la possibilité d'un *contraste critique*. Elle requiert aussi la confrontation avec des connaissances étrangères à celles qui se dégagent de l'expérience et qui, bien que de peu d'utilité pour diriger directement l'action éducative, étant donné que leur contexte de production et de justification est différent, peuvent offrir des perspectives inhabituelles pour analyser la réalité, et éventuellement éclairer ou remettre en question la prise de décisions.

1.4. Les modèles fondés sur l'analyse critique et l'interaction entre théorie et pratique, dans une perspective épistémologique intégratrice

Les formations des enseignants intègrent généralement, même de façon partielle, des approches développant l'interaction entre théorie et pratique. Celles-ci reçoivent différentes appellations : interactivo-réflexives (Demailly, 1991), critiques (Apple, 1989 ; Giroux, 1990 ; Zeichner et Liston, 1990), approches fondées sur l'analyse (Ferry, 1983), approches de recherche (Stenhouse, 1984 et 1987 ; Elliot, 1990).

Pérez Gómez (1992) développe largement le point de vue selon lequel les problèmes complexes et spécifiques de la salle de classe ne peuvent être résolus ni par un enseignement fondé sur l'application de procédés ou de compétences techniques universelles, ni par la reproduction de routines et de croyances éducatives conservatrices sans esprit critique. Il s'agit donc de promouvoir un modèle de professeur capable de réfléchir dans l'action et sur l'action (Schön, 1983) et de développer un savoir professionnel qui émerge de la pratique et soit le fruit de la fusion consciente entre les savoirs pratiques (acquis dans l'expérience professionnelle) et les savoirs formalisés (produits par la recherche académique), en soulignant qu'ils ne prennent vraiment leur sens qu'à la lumière des problèmes et de l'expérience de la salle de classe. Develay (1994) précise que ces modèles conduisent à une véritable interaction régulatrice entre la théorie et la pratique, allant et venant de l'une à l'autre à travers des processus de métacognition.

Dans la même perspective, et en tenant compte de ces apports et de nos propres références (Grupo Investigación en la Escuela, 1991 ; Martín del Pozo, 1994 ; Porlán et Martín, 1994 ; Porlán et autres 1996 et Porlán, Rivero et Martín del Pozo, 1997), nous allons décrire à présent les aspects essentiels de notre modèle, qui fondent une théorie du savoir professionnel, permettant de donner des réponses aux principaux problèmes de la profession, et que nous développerons dans la suite de l'article.

Notre modèle repose sur trois référents théoriques métadisciplinaires.

a) La perspective évolutive et constructiviste du savoir (Bachelard, 1938 ; Toulmin, 1972 ; Claxton, 1984 ; Novak,

interaction
régulatrice
entre théorie
et pratique...

... qui, pour nous,
repose sur
trois référents

1987 ; Porlán García et Cañal, 1988 ; Novack, 1991 ; Porlán 1993)

constructivismes
épistémologique

Dans cette perspective, le savoir se construit en relation avec des problèmes ou des questionnements fondamentaux, en s'appuyant sur l'interaction et la confrontation entre des facteurs propres aux personnes ou aux communautés (théories personnelles, croyances, intérêts, besoins, etc.) et des facteurs et influences extérieures (autres théories, expériences différentes, autres intérêts, etc.).

Dans le cas qui nous intéresse, élèves et professeurs, tout comme les autres personnes, possèdent un ensemble de conceptions du milieu en général, et du milieu scolaire en particulier, qui sont, dans le même temps, des *outils* pour pouvoir interpréter la réalité et agir et des *obstacles* qui empêchent d'adopter des points de vue et des modes d'action différents.

... psychologique

Ces conceptions, et les conduites qui y sont attachées, évoluent et changent à travers un processus plus ou moins conscient de restructuration et de construction de sens, fondé sur l'interaction et la confrontation avec d'autres idées et expériences potentiellement formatives situées dans la *zone de développement proximale* des sujets (Vigotsky, 1978). Ces changements peuvent affecter des cercles plus ou moins étendus du savoir personnel, en fonction de la quantité des conceptions mises en jeu et de leur qualité, c'est-à-dire de leur importance relative par rapport à l'ensemble. Cette évolution peut être favorisée et accélérée par des processus de réflexion dirigés ou auto-dirigés, qui mettent les sujets en situation de : sélectionner les problèmes adéquats ; prendre conscience de leurs propres idées et conduites ; les considérer comme des hypothèses envisageables ; rechercher la confrontation argumentée et rigoureuse avec d'autres points de vue et avec des données issues de la réalité ; enfin prendre des décisions réfléchies à propos des idées à modifier et des raisons de le faire (García et García, 1989).

Ainsi, les différentes conceptions qui peuvent exister d'un même problème, qu'elles proviennent des élèves, des professeurs, des disciplines ou de secteurs sociaux déterminés, ne sont pas évaluées par rapport à un idéal absolu de vérité, ni considérées toutes de même nature, mais analysées et confrontées en fonction de leur potentiel pour aborder, de manière provisoirement satisfaisante, le problème en question.

... et didactique

Cette perspective se démarque des approches formatives qui privilégient exclusivement les facteurs extérieurs au corps enseignant (savoir académique, logique disciplinaire, efficacité technique, intérêts de politique de l'éducation, etc.) et ne provoquent pas le développement constructif du savoir professionnel mais le stockage d'informations d'intérêt limité pour l'évolution et le changement scolaire. Elle s'oppose, à l'inverse, aux modèles centrés sur les facteurs internes (expériences propres, intérêts et attentes personnelles, croyances

idéologiques, etc.) qui entraînent une évolution très limitée, s'épuisant d'elle-même par manque de possibilités d'alimentation en retour et de comparaison.

Sur cette base, la formation des enseignants doit tenir compte de quatre aspects fondamentaux : les problèmes pratiques des professeurs, leurs conceptions et expériences, les apports d'autres sources de connaissances (connaissances métadisciplinaires, disciplines scientifiques, modèles didactiques, valeurs, techniques concrètes, autres expériences, etc.), et les interactions que l'on peut établir entre eux.

b) La perspective systémique et complexe du monde (Morin, 1977, 1982, 1986 et 1990 ; Garcia Diaz, 1994 et 1995a)

Selon cette approche théorique, aussi bien les idées que la réalité, et bien entendu la réalité scolaire également, peuvent être considérées comme des ensembles de systèmes en évolution. On peut décrire et analyser ces systèmes en considérant les éléments qui les constituent, l'ensemble des interactions qui s'établissent entre eux, le type d'organisation qu'ils adoptent et les changements qu'ils subissent au cours du temps.

De ce point de vue, on peut considérer les conceptions d'élèves et professeurs comme des systèmes d'idées en évolution. Le contenu des conceptions peut, à son tour, être analysé en fonction de son degré de complexité, en le situant sur une courbe qui irait du plus simple (le plus réductionniste) au plus complexe (le moins réductionniste). Le degré de complexité d'un système d'idées donné sera déterminé par la quantité et la qualité des éléments qui le composent et de leurs interactions (Garcia Diaz, 1995b).

Néanmoins, le système cognitif humain n'est pas homogène quant à son degré de complexité, il peut contenir des zones de plus ou moins grande densité d'éléments et interactions (Norman, 1982). Une même personne peut, par exemple, manifester différents niveaux de développement dans divers aspects de sa vie. Cependant, ceci n'implique pas l'impossibilité d'établir des interactions et des intégrations partielles. Autrement dit, les apprentissages réalisés dans un contexte concret et sur un sujet déterminé, entraînant une élévation du degré de complexité de certaines conceptions, ne sont pas automatiquement et mécaniquement transférés vers d'autres contextes ou vers d'autres sujets du même type, encore qu'ils puissent les influencer.

Il existe un type de conceptions particulièrement importantes pour favoriser la transition du simple au complexe dans les systèmes d'idées : les conceptions sur les conceptions ou, si l'on préfère, la connaissance sur la connaissance (Morin, 1986 et Porlán, 1993b). Le degré de complexité des idées à propos de la nature des connaissances et de leurs modes d'organisation et de changement peut favoriser, dans une certaine mesure, des processus de généralisation, transfert et inté-

l'apprentissage
comme
une évolution de
systèmes d'idées

vers
une complexité
croissante

une aide,
la métacognition

gration dans des cercles partiels de la connaissance personnelle et professionnelle, tant en nous-mêmes que chez autrui. Cependant, la compartimentalisation du savoir scientifique dans des cadres disciplinaires rigides et sa coupure d'autres formes de savoir, favorise une approche exclusivement analytique et spécialisée de certains phénomènes de la réalité et constitue un *obstacle* pour aborder des phénomènes complexes, surtout lorsqu'on prétend les modifier, comme dans le cas des processus de formation.

De la même façon, les activités de formation peuvent être décrites comme des processus systémiques. Nous pouvons donc analyser les interactions qui se produisent entre les différents éléments qui les composent (bases, objectifs, contenus, activités, évaluation, relations formateur – enseignants en formation, etc.). Ceci permet de mieux identifier les réductionnismes précédemment décrits (prééminence des contenus académiques, d'une vision technique des objectifs, de la pratique, de l'idéologique, etc.) et de tenter de les surmonter en formulant des hypothèses d'intervention plus équilibrées, intégratrices et complexes.

c) La perspective critique (Habermas, 1968a, 1981a et 1981b ; Carr et Kemmis, 1983 et Appel, 1986)

Pour ce courant de pensée, les idées et les conduites des personnes, et les processus de confrontation et communication entre elles, ne sont pas neutres ; de telle sorte que le passage du simple au complexe, qui nous paraît nécessaire, ne suffit pas à garantir la réussite du projet de formation. Une vision plus complexe du milieu naturel, par exemple, ne présuppose pas nécessairement le respect de l'équilibre des écosystèmes, ou encore une analyse systémique et complexe des formations sociales n'assure pas la solidarité active avec le Tiers-Monde.

La conséquence que nous en tirons est que les processus de construction de sens tendant vers une vision plus complexe du monde sont une condition nécessaire, mais non suffisante, pour la formation des élèves et des professeurs.

Adopter une perspective critique implique de reconnaître la relation étroite qui existe entre intérêts et connaissances, de sorte que les déformations et limitations qui sont les nôtres, conséquences de nos conceptions du monde (les *obstacles* dont nous parlons plus haut), ne sont pas seulement le résultat d'une vision plus ou moins simplifiée de la réalité, mais encore la conséquence de nos intérêts particuliers en tant qu'individus, classe d'âge, sexe, groupe professionnel et classe sociale. Nous voyons et vivons la vie d'une certaine façon, non seulement parce que nous avons une rationalité plus ou moins complexe, mais aussi parce que nous adoptons face à elle une position inévitablement conditionnée par des intérêts donnés (Habermas, 1968b).

la connaissance
n'est pas neutre

la question
des buts et
des valeurs a
sa place dans
la formation

Dans le même temps, la connaissance, qui répond à des intérêts et des visions du monde donnés, naît à l'intérieur de structures de pouvoir qui la limitent et la conditionnent. Ceci explique l'existence de conceptions socialement hégémoniques dans de nombreux aspects de la vie et, concrètement, dans ceux qui sont en relation avec l'éducation et la formation des professeurs. Cette hégémonie, par conséquent, n'est pas le fruit d'un consensus réfléchi et démocratique qui tente d'intégrer des positions différentes ou de sélectionner les plus adéquates, elle n'est pas non plus la conséquence d'une négociation et d'une communication horizontale de significations, mais le résultat de processus d'aliénation et d'intériorisation, subtilement autoritaires, selon lesquels les personnes tendent à identifier tacitement une forme de pensée donnée à la forme naturelle de penser et une vision du monde particulière à l'unique vision possible du monde.

Nous pensons, au contraire, qu'une conception critique de l'enseignement et de la formation des enseignants doit reposer sur une vision intégratrice des relations entre science, idéologie et quotidienneté, et sur le développement des principes d'autonomie, de diversité et de négociation rigoureuse et démocratique des savoirs. Il importe de mettre au premier plan la question des buts et des valeurs et de les lier à la prise de décision et à l'action. Il ne suffit pas de construire et de rendre complexe la connaissance : il faut en fin de compte décider quoi faire, pour quelle raison et dans quel but le faire (Apple, 1979).

2. CARACTÉRISATION DU SAVOIR PROFESSIONNEL DES ENSEIGNANTS

L'analyse des conceptions du corps de savoir spécifique au métier d'enseignant, en lien avec différents modèles de formation professionnelle, que nous venons de présenter, privilégie une approche épistémologique. Celle-ci met en évidence la nécessité d'élaborer une théorie alternative qui caractérise le savoir des enseignants, aussi bien celui qui existe majoritairement (savoir professionnel dominant) que celui qui, selon nous, devrait exister (savoir professionnel souhaitable). Nous allons tenter d'exposer notre point de vue sur la nature particulière de ce savoir, ses sources, son organisation et ses modes d'évolution, en espérant par là apporter des arguments intéressants au débat sur cette question essentielle.

2.1. Caractéristiques du savoir professionnel dominant (majoritaire)

dans le savoir
professionnel
dominant...

Le savoir professionnel des enseignants comprend deux types de connaissances aux origines différentes mais ayant tous deux une composante idéologique : les savoirs formalisés ou académiques, appris essentiellement à travers la formation initiale, et les savoirs empiriques élaborés à partir de l'exercice personnel de l'activité enseignante, de l'expérience antérieure d'élève et, plus généralement, du contact avec la culture dominante du milieu social. Nous caractériserons à présent chacune de ces deux composantes dans le cas du savoir professionnel qui est majoritaire et que nous souhaitons faire évoluer dans la formation.

• *Les savoirs formalisés*

... des
connaissances
académiques
accumulées

Nous faisons référence aux savoirs métadisciplinaires et disciplinaires qui appartiennent au cercle de la connaissance scientifico-technique et que, comme nous le disions auparavant, le professeur élabore de façon plus ou moins rationnelle lors de la formation initiale (Porlán et Martín, 1994). Divers chercheurs ont signalé à plusieurs reprises l'inadéquation de l'enseignement de ces savoirs dans la formation des professeurs. Les sciences, par exemple, sont en général étudiées uniquement par rapport à leurs propres productions (concepts, lois, théories...), sans que soit envisagées l'évolution historique des concepts ou l'analyse de leur construction, des processus méthodologiques mis en jeu et du contexte social et politique dans lequel ils se sont développés (Porlán et Martín, 1994). Comme l'indique Désautels (1993, p. 55) : *"La formation des professeurs est la plupart du temps étroitement disciplinaire et comporte peu d'ouvertures sur les interprétations contemporaines des sciences que proposent les travaux d'épistémologie, d'histoire, de sociologie et d'anthropologie des sciences"*. De plus, dans cette formation scientifique, même les savoirs relatifs au milieu éducatif sont présentés de façon dissociée, de sorte qu'il y a un divorce entre les disciplines universitaires d'une part et la pédagogie, la psychologie et les didactiques spécifiques d'autre part.

• *Le savoir issu de l'expérience*

Une part importante de ce savoir est constitué par les *conceptions implicites* du professeur, des connaissances concrètes qui ne sont ni explicites ni réfléchies et se construisent progressivement soit par intériorisation imitative (Porlán et Martín, 1994), soit par imprégnation par le milieu (Gil, 1993) à partir de formes d'action éducative observées antérieurement comme élèves, soit par une démarche plus ou moins intuitive d'essais et d'erreurs durant le travail en classe (Porlán, 1989 ; Porlán et Martín, 1994). Cette composante tacite de la connaissance issue de l'expérience est également

soulignée par Bromme (1988, p. 27), pour qui certaines connaissances professionnelles "*peuvent se trouver à l'origine d'une action sans que l'on n'ait jamais eu conscience de les posséder*".

... des savoirs
empiriques souvent
implicites

Nous constatons ainsi que les connaissances des professeurs incluent des conceptions (surtout celles qui se réfèrent au savoir, à l'enseignement et à l'apprentissage) qui ont été élaborées de façon non réfléchie à partir de l'expérience personnelle, comme quelque chose de naturel, d'évident, et, par conséquent, hors de tout questionnement et toute critique. Les professeurs ne sont pas conscients de ces conceptions (Thompson, 1984 ; Rodrigo, Rodriguez et Marrero, 1993) et, étant donné qu'il est difficile de modifier ce qui n'est pas explicite, celles-ci offrent une résistance au changement.

Les conceptions implicites les plus fréquentes correspondent en général aux stéréotypes sociaux dominants puisque, comme le dit Gimeno (1993), quand un professeur débute dans l'enseignement institutionnalisé, il rencontre une multitude de conditions déjà définies (spécialisation du cursus, espaces scolaires fermés, organisation rigide des horaires, type d'évaluation exigée, etc.) qui favorisent l'émergence de certaines connaissances facilement adaptables à ces conditions, et rendent difficiles l'élaboration d'autres connaissances, qui impliquent une certaine remise en cause de ces mêmes conditions. N'oublions pas non plus que le professeur a également vécu ces mêmes conditions lors de son passage dans l'institution en tant qu'élève, ce qui joue un rôle important dans la configuration de la connaissance empirique du professeur.

réponses efficaces
aux problèmes
professionnels

Néanmoins, tout le savoir empirique implicite des professeurs ne présente pas ces caractéristiques. Comme l'exposent Schön (1983) et Stenhouse (1983), ce savoir comporte aussi des éléments créatifs et intuitifs qui permettent au professeur d'évoluer avec compétence dans les nombreuses situations problématiques rencontrées dans la pratique, et d'échapper jusqu'à un certain point à la routine et aux stéréotypes dominants.

Enfin, nous tenons à signaler que le savoir issu de l'expérience n'est pas toujours implicite. Les professeurs élaborent aussi des *conceptions explicites* qui s'appliquent à l'action et impliquent un certain niveau de réflexion. Nous faisons référence, en premier lieu, à l'ensemble des principes, conceptions, métaphores et images dont disposent les professeurs à propos des différentes variables présentes dans leur expérience professionnelle (par exemple, *les élèves doivent se sentir à l'aise en classe*). Il ne s'agit donc pas de savoirs en relation avec des règles d'action concrètes mais d'autres types de savoirs qui, tout en étant nettement orientés vers la pratique, comportent aussi une part d'explicitation et de réflexion.

2.2. Caractéristiques du savoir professionnel souhaitable (de référence)

Après avoir précisé les composantes habituelles des connaissances professionnelles existantes et leur niveau insuffisant d'intégration et d'organisation, nous allons maintenant décrire la nature épistémologique des connaissances professionnelles que nous considérons souhaitables, les sources susceptibles d'alimenter ce corps de connaissances et les caractéristiques générales qu'il doit posséder pour favoriser un niveau élevé d'intégration et d'organisation de ses contenus.

Le savoir professionnel des enseignants, tout autant que d'autres savoirs professionnels comme ceux des médecins ou des juges par exemple, est un type de connaissance pratique, professionnalisée et dirigée vers l'intervention dans un milieu social. Le savoir de l'enseignant est un savoir pratique dans la mesure où les problèmes qu'il doit traiter sont en relation avec la pratique de l'enseignement. Comme nous le verrons plus loin, ces problèmes sont en grande partie liés à la prise de décisions curriculaires avant, pendant et après l'intervention. Il existe donc une relation importante entre savoir professionnel et développement curriculaire. C'est-à-dire que ce savoir doit être constitué d'un ensemble de *théories pratiques* organisées autour de questionnements du type : finalités de l'école obligatoire, nature des connaissances scolaires, hypothèses sur le processus de construction et d'assimilation de ces connaissances..., et mises en œuvre par la confrontation, l'intégration et la reconstruction de contenus formatifs issus de différentes sources.

Les sources principales du savoir professionnel que nous considérons comme souhaitable sont *les savoirs disciplinaires, les savoirs métadisciplinaires et l'expérience professionnelle*. Nous analyserons chacune d'elle, en nous centrant sur celles qui nous semblent les plus importantes.

a) L'importance des savoirs métadisciplinaires

Ces savoirs se rapportent, comme nous l'avons indiqué dans le passage précédent, à des théories générales et à des visions du monde (constructivisme épistémologique, complexité, évolutionnisme, relativisme, etc.) intégratives et généralistes, qui ont en même temps des "*effets très concrets sur la pratique didactique*" (Bromme, 1988). Cette possibilité de peser sur des aspects très divers de la pratique permet, par exemple d'établir des relations adéquates entre les différents types de connaissances qui interviennent dans l'enseignement des sciences (la connaissance scientifique, celle de l'élève, celle du cursus, la connaissance sociale, etc.).

Dans le système d'idées que nous proposons comme savoir professionnel souhaitable, l'un des axes d'orientation est donc l'ensemble des savoirs métadisciplinaires, c'est-à-dire ces champs du savoir qui étudient les disciplines et les connaissances en général, ou quelques domaines particu-

dans le savoir
professionnel
souhaitable...

liers (connaissance scientifique, connaissance quotidienne, etc.) (Porlán et autres, 1996), ainsi que les visions du monde idéologiques qui présentent un degré élevé d'organisation interne. On pourrait citer comme exemple de ces perspectives métadisciplinaires le marxisme, l'écologie, le constructivisme épistémologique, la théorie générale des systèmes ou l'épistémologie de la complexité.

Les connaissances métadisciplinaires ne font pas seulement référence à une certaine manière d'enquêter sur la réalité ou d'analyser le contenu des sciences disciplinaires. Elles ont également leurs propres contenus : les savoirs relatifs à l'histoire des disciplines (les paradigmes, les obstacles au changement...) ou à la sociologie des disciplines (interactions entre les systèmes d'idées propres aux disciplines et les systèmes politiques et économiques), les savoirs relatifs à la connaissance en général (organisation et évolution de paradigmes comme le rationalisme, le positivisme, le relativisme...), etc.

... des savoirs sur
la connaissance et
les processus de son
élaboration

En relation avec le savoir métadisciplinaire, et dans le cas du professeur de sciences, il est très important que sa formation permette le développement d'une conception épistémologique de la science et de ses mécanismes d'évolution en accord avec les propositions actuelles quant au savoir scientifique, ainsi qu'une connaissance de l'histoire des sciences centrée sur les problèmes et les obstacles à l'origine de la construction des connaissances scientifiques, et sur la compréhension du contexte social, historique et idéologique dans lequel s'est insérée chaque problématique, faute de quoi ces connaissances apparaissent comme arbitraires (Gil 1993).

Il nous paraît important de souligner que ces notions métadisciplinaires supposent un degré élevé d'intégration de type généraliste (Porlán, 1996) sans réductionnisme. Elles reposent en effet sur un critère fondamental d'homologie, selon lequel les systèmes, qu'ils soient physiques, biologiques ou sociaux (et nous y incluons le système scolaire), partagent certaines dimensions et catégories qui leur sont communes (Martínez, 1993). L'intérêt de ces notions métadisciplinaires est évident car elles peuvent jouer le rôle de catégories organisatrices dans différents milieux en relation avec le savoir professionnel : organisatrices du savoir professionnel lui-même, de la connaissance scolaire, de la caractérisation du curriculum, du milieu scolaire, du milieu naturel et social ; etc. (García, Martín et Rivero, 1996).

... une réflexion
idéologique

Il conviendrait aussi d'inclure au plan métadisciplinaire *les idéologies*, comme une des sources essentielles du savoir professionnel. L'école obligatoire a la responsabilité, certainement partagée, de former des citoyens qui agissent de façon critique et responsable face aux nombreux problèmes que pose le milieu. Ceci implique que les élèves doivent construire des connaissances et aussi des valeurs, telles que la justice, la solidarité, l'attitude démocratique, etc. Mais, bien

entendu, on ne peut pas enseigner la justice en étant injuste, ni la solidarité en étant individualiste, ni la démocratie en étant tyrannique. Comme le dit Santos (1995, p. 42) : *“l’engagement de l’école commence par l’exigence d’incarner dans ses structures et son fonctionnement les valeurs qu’elle désire défendre et promouvoir dans la société”*.

Quelle que soit la solution qu’il adopte dans le domaine théorique comme dans le domaine pratique, l’enseignant doit être conscient des répercussions idéologiques qu’il occasionne et des valeurs que directement ou indirectement il est en train de promouvoir. Il ne peut pas faire l’économie d’une réflexion idéologique en se réfugiant derrière l’idée qu’il ne s’occupe que du “savoir”, parce que, comme l’énonce Foucault (1979), aucun savoir n’est indépendant de relations de pouvoir données.

Le professeur ne doit pas seulement comprendre les phénomènes relatifs à l’enseignement et à l’apprentissage des disciplines scolaires et connaître et savoir mettre en œuvre les actions qui peuvent être les plus indiquées, il a également besoin de décider dans quel but et pour quelle raison le faire, c’est-à-dire qu’il a besoin d’examiner les buts et les valeurs de son action, questionnements dans lesquels la perspective idéologique ne doit pas être absente.

b) Les savoirs disciplinaires : la didactique des sciences comme savoir de synthèse

Les disciplines qui contribuent de façon significative au savoir professionnel sont nombreuses : les disciplines liées aux contenus d’enseignement (biologie, géologie, géographie, mathématiques, etc.), celles qui sont en rapport avec l’enseignement (pédagogie, théorie du curriculum, histoire de l’éducation, didactiques spécifiques...), celles qui ont trait à l’apprentissage (psychologie) et celles qui sont en relation avec l’étude des systèmes éducatifs (sociologie de l’éducation, politique éducative, économie de l’éducation...). Il nous est évidemment impossible dans le présent travail de faire une analyse de toutes et chacune d’entre elles en fonction de leurs apports au savoir professionnel, tâche qui relèverait plutôt d’un travail collectif constitué par différentes contributions partielles. Nous nous limiterons ici à l’analyse des didactiques spécifiques, qui jouent un rôle important pour la formulation du savoir professionnel souhaitable en raison de leur caractère de savoir de synthèse.

Nous définissons les didactiques spécifiques comme un savoir appliqué (Porlán, 1996), en ce sens que leur fonction intrinsèque est l’élaboration de modèles didactiques qui ne se limitent pas à la seule perspective de description et explication de la réalité scolaire mais présentent également un versant normatif, sous forme d’hypothèses curriculaires et de propositions d’action en classe. Il s’agit d’un *savoir mixte* (Bromme, 1988), en ce sens que les connaissances de ces domaines sont liées avec celles de la discipline scolaire

... des savoirs
didactiques sur
les connaissances
scolaires

concernée. Pour utiliser une analogie, cette liaison ne correspond pas, de notre point de vue, à un mélange physique mais plutôt à une réaction chimique, qui permet l'“apparition” d'un corpus “authentique” de connaissances. Les didactiques spécifiques utilisent et réinterprètent les connaissances scientifiques et psychopédagogiques élaborées dans leurs disciplines respectives pour proposer des règles concrètes de conception et de développement curriculaire. Elles sont donc un savoir de synthèse des différents types de connaissances analysés jusqu'à présent ou, en d'autres termes, le savoir le plus spécifique de la profession enseignante (Marcelo, 1992).

Au-delà d'un savoir d'intégration, il s'agit d'un savoir pour l'action. Par exemple, si l'on considère que la nature épistémologique de la connaissance scolaire est différente de celle de la connaissance scientifique et de la connaissance quotidienne (Rodrigo, 1994), ce qui implique que sa formulation doit être une intégration authentique de ces types de savoirs et d'autres encore (Grupo Investigación en la Escuela, 1991) (dimension explicative), une proposition possible d'action (dimension normative) en accord avec ce postulat pourrait être que, dans la sélection des contenus à travailler en classe, on tienne compte non seulement des contenus scientifiquement importants mais encore des conceptions et expériences des élèves et de la problématique sociale dominante (Grupo Investigación en la Escuela, 1991). Plus concrètement encore, si on considère que les conceptions des élèves doivent être prises en considération dans le choix des contenus, nous pourrions proposer l'exploration et l'expression de ces conceptions comme une tâche à réaliser quand on travaille une nouvelle question dans la classe. En précisant encore plus, nous pouvons proposer une série de techniques pour l'exploration des conceptions des élèves (questionnaires de différents types, entretiens, discussions collectives, activités exploratoires, etc.), ainsi que les potentialités et les limites de chacune pour aider à choisir parmi elles en fonction des conditions (objectif concret de l'exploration, savoir-faire du professeur, temps disponible, habitudes des élèves, capacités des élèves, ressources déjà utilisées, etc.). Quoiqu'il en soit, comme on peut le voir, nous ne concevons pas la dimension normative des didactiques spécifiques comme la production de recettes routinières mais comme un “programme d'action” (Gimeno, 1989) défini à différents niveaux de complexité.

En somme, les didactiques spécifiques produisent des connaissances intégrées et proches de la pratique, spécifiques à l'enseignement et à l'apprentissage des matières en situation scolaire, et des règles d'action concrète plus ou moins complexes, ni schématiques ni rigides. Elles aident donc à surmonter une difficulté fréquente, ce que Furió (1992, p. 10) décrit comme “la tendance à considérer la formation des enseignants comme l'addition d'une formation scien-

leur apprentissage
et
leur enseignement

tifique de base et d'une formation psycho-socio-pédagogique générale".

L'intérêt des didactiques spécifiques ne tient pas exclusivement aux aspects liés à l'apprentissage des élèves, mais aussi à celui des enseignants. Il n'est pas purement spéculatif (Furió, 1994), mais il devient absolument nécessaire à la lumière des nombreuses recherches qui rendent compte de leur importance comme médiatrices du processus d'enseignement-apprentissage.

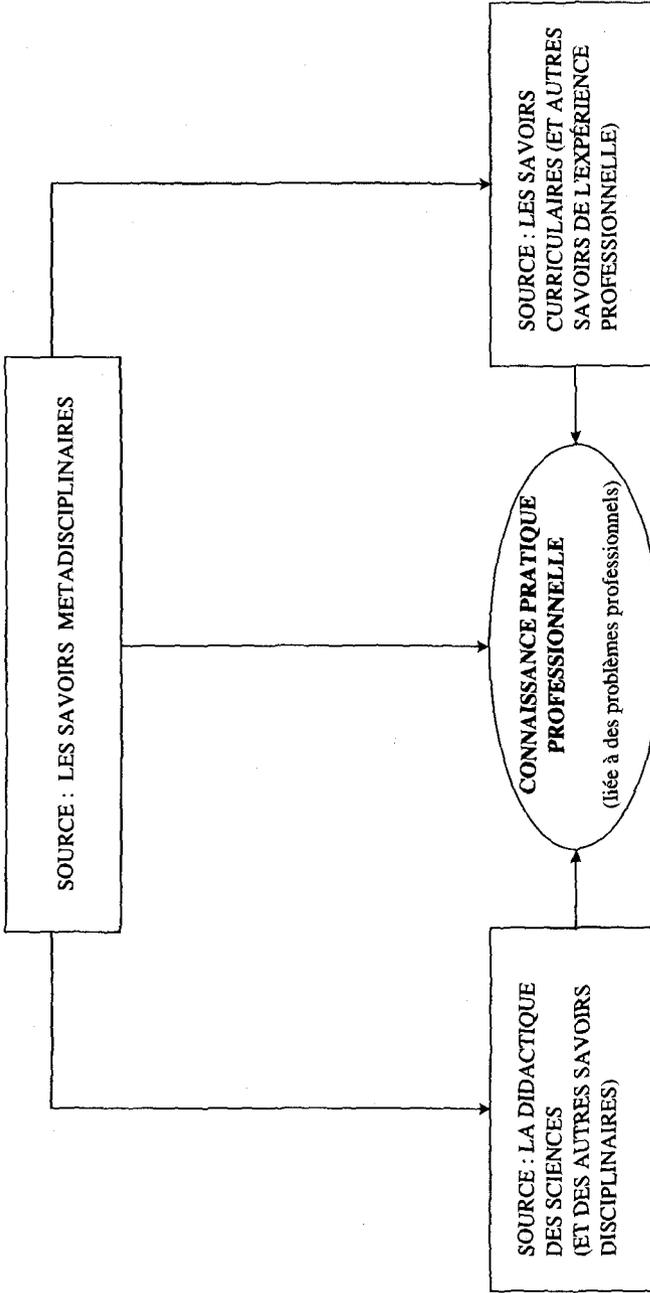
Pour terminer, nous pouvons affirmer qu'un effort important d'intégration des savoirs théoriques, un processus d'ouverture interdisciplinaire comme l'appellent Astolfi et Develay (1989), est en cours, qui prend comme référence des problèmes pratiques précis (l'échec de l'apprentissage, le manque d'intérêt des élèves, etc.), ainsi qu'un effort d'approfondissement de la connaissance des savoirs personnels des élèves et des professeurs. En conséquence, ces disciplines constituent un référent extrêmement important dans la détermination de la nature, la structure et l'évolution du savoir professionnel souhaitable, constituant par là même un autre axe d'orientation de sa formulation (Gil, 1993 ; Furió, 1994 ; Porlán et Martín, 1994 et Porlán et autres, 1996).

c) L'expérience professionnelle : concrétisation du savoir professionnel dans le savoir curriculaire

Ainsi que nous l'avons déjà vu dans la caractérisation du savoir professionnel majoritairement partagé par les professeurs, le savoir issu de l'expérience est une source extrêmement importante de connaissances et constitue dans ce cas le référent décisif. Nous ne reviendrons pas ici sur ce que nous énoncions auparavant à propos des différents types de savoirs qui font partie de la connaissance issue de l'expérience. Ce que nous tenons à signaler dans cette partie c'est que nous considérons que les savoirs curriculaires supposent un premier niveau d'intégration et de transformation d'informations, qui les rend particulièrement importants pour la construction de la connaissance pratique professionnelle souhaitable. Nous faisons référence à l'ensemble d'idées, d'hypothèses de travail et de techniques concrètes mises consciemment en œuvre lors de l'élaboration, de la mise en œuvre et du suivi de l'enseignement telles que les suivantes :

- connaître l'existence de conceptions chez les élèves, ainsi que leur utilisation didactique ;
- savoir comment se détermine, s'organise et se découpe en séquences la connaissance scolaire ;
- savoir élaborer un programme d'activités de recherche sur des problèmes intéressants et offrant des possibilités pour l'apprentissage, qui tienne compte des hypothèses de progression associées à ces problèmes, et inclue aussi bien des activités d'expression, de confrontation et de remise en

Document 1. Les sources du savoir professionnel souhaitable



question des conceptions des élèves que des activités de récapitulation, d'application et de généralisation des nouvelles acquisitions à d'autres contextes ;

- savoir diriger le processus de recherche de l'élève, en créant un climat de travail approprié, en facilitant la reformulation permanente des problèmes, la confrontation et la remise en question de leurs conceptions ;
- savoir quoi et comment évaluer en tenant compte de la nécessité d'un ajustement adéquat entre le processus d'enseignement et celui de l'apprentissage, en connaissant les stratégies appropriées pour effectuer un suivi de l'évolution des idées des élèves et réguler l'ensemble du processus.

résultat de la mise
à l'épreuve
empirique d'idées
et de techniques

Le savoir curriculaire est donc un élément fondamental du savoir pratique professionnel, car il suppose une intégration importante de savoirs pour l'action et présente la possibilité d'accroître, à travers des études de cas, la connaissance empirique d'expériences alternatives d'enseignement et de formation du corps enseignant. Cependant, l'orientation vers l'intervention et la tendance fréquente à ne pas construire de bases assez solides aux hypothèses curriculaires rendent nécessaires de plus grands efforts d'intégration.

Cela étant, la connaissance pratique que nous considérons souhaitable est, par conséquent, la résultante d'un processus complexe d'interactions et d'intégrations de niveaux et de natures différents organisé autour des problèmes de la pratique professionnelle (voir document 1). Cette intégration n'est pas une simple juxtaposition de contenus issus des différentes sources, mais elle implique un profond travail de réélaboration et de transformation épistémologique et didactique qui peut s'effectuer à différents niveaux (Martín del Pozo, 1994). Les savoirs métadisciplinaires, les savoirs issus des didactiques spécifiques et les savoirs curriculaires constituent déjà en eux-mêmes des intégrations partielles qui facilitent des processus d'intégration de niveau supérieur comme nous le verrons par la suite.

3. L'ORGANISATION DU SAVOIR PROFESSIONNEL SOUHAITABLE

Le savoir professionnel que nous proposons comme souhaitable possède, comme tout système d'idées, une certaine organisation que nous pouvons établir à différents niveaux de structuration, depuis une perspective plus générale jusqu'à des niveaux plus concrets. Nous proposons trois niveaux d'intégration, que nous allons décrire à présent.

3.1. Le niveau des connaissances professionnelles métadisciplinaires

Dans la mesure où le savoir professionnel est un système, nous considérons que nous pouvons déterminer un ensemble de concepts, procédés, attitudes et valeurs métadisciplinaires qui peuvent agir comme des axes organisateurs de ce savoir au niveau le plus général :

- a) des concepts généraux tels que : *élément, interaction, organisation, changement*, qui permettent d'utiliser une structure conceptuelle unique pour comprendre et expliquer la réalité naturelle, pour interpréter le fonctionnement de la classe, pour concevoir le curriculum ou pour comprendre les idées des élèves et des professeurs ;
- b) des procédés généraux du type : *reconnaître et formuler des problèmes, prendre conscience de ses propres idées, confronter des informations et des données, réorganiser les idées, appliquer les connaissances*, qui permettent d'utiliser une même stratégie pour orienter l'apprentissage des élèves, pour promouvoir son développement professionnel personnel et pour comprendre la nature des démarches scientifiques ;
- c) des valeurs générales telles que : *autonomie, respect de la différence, négociation et coopération critique et rigoureuse*, qui permettent d'utiliser les mêmes critères pour organiser le fonctionnement de la classe, pour interpréter la relation entre la connaissance scolaire, scientifique et quotidienne et pour réguler l'apprentissage collectif des élèves et la formation de professeurs.

concepts,
procédés et valeurs
métadisciplinaires

3.2. Le niveau du modèle didactique de référence

Comme le disent Giordan et De Vecchi (1987), n'importe quel objet d'étude, aussi bien délimité soit-il, est intégré et maintient des relations étroites avec un vaste champ de connaissances qui constitue son *aura conceptuelle*. Cette aura est définie par le réseau d'interactions entre les idées et peut être représenté à travers les *trames conceptuelles* (Astolfi et Develay, 1989) ou des *cartes conceptuelles* (Novak et Gowin, 1984).

Dans le même sens, nous proposons un second niveau d'organisation du savoir professionnel sous la forme d'une *trame de référence*, qui rassemble les concepts-clés du savoir professionnel, ainsi que leurs interactions. C'est à ce niveau de structuration que se manifeste clairement la transformation heuristique (Bromme, 1988) ou transposition didactique (Martinand, 1989) que doivent subir les différents savoirs significatifs pour la connaissance professionnelle, car ils ne se structurent plus selon la logique de leurs champs de connaissance respectifs, et ne sont pas non plus simplement juxtaposés mais, au contraire, nous proposons de les organiser par rapport à la problématique professionnelle. Ainsi, la trame correspondant au niveau le plus élevé de formula-

modèle didactique
de référence

tion reprendra les éléments fondamentaux d'un modèle didactique fondé sur la "Recherche à l'école" (Grupo Investigación en la Escuela, 1991).

Ce niveau d'organisation du savoir professionnel a un caractère global et synthétique. Le modèle didactique personnel sert de référence pour définir, analyser et résoudre les problèmes pratiques et, dans le même temps, il se reconstruit et évolue en permanence au cours de ce processus.

3.3. Le niveau des domaines de recherche professionnelle

Les deux niveaux que nous avons décrits jusqu'ici sont très éloignés de l'organisation du savoir professionnel la plus répandue, qui procède par juxtaposition, et, pris isolément, sont surtout utiles aux équipes de professeurs et de formateurs dont la compétence professionnelle est élevée. Le savoir professionnel des enseignants s'organise aussi à un niveau plus concret, en relation avec des intérêts immédiats et fonctionnels des problématiques spécifiques, des conditions déterminées par le contexte, etc. C'est ce que nous appelons *les domaines de recherche professionnelle*, qui portent sur des problèmes importants et dont l'étude permet l'organisation, la construction et le développement du savoir enseignant.

Ces problèmes ont un caractère pratique, ils sont liés aux intérêts et aux expériences des enseignants et, en même temps, leur résolution nécessite la mise en jeu de savoirs autres que ceux qui sont issus de l'expérience. Ils sont ainsi très intéressants également du point de vue du savoir professionnel souhaitable puisqu'ils favorisent des approches partielles du modèle didactique de référence et des connaissances métadisciplinaires. Dans le même sens, Gimeno (1993) affirme que la prise de conscience professionnelle se structure et se développe par un travail sur les réseaux de choix professionnels, perçus comme des points conflictuels entre les différents domaines du savoir de l'enseignant. La recherche de réponses à ces problèmes permet de structurer des réseaux de sous-problèmes liés à des contextes concrets particuliers, des schémas de connaissances professionnelles utiles pour l'intervention et un ensemble de ressources didactiques (documents, outils de repérage des conceptions des élèves, inventaire des obstacles et des règles d'action les plus fréquents, séquences d'activités qui aident à dépasser les obstacles, etc.) comme points d'appui dans le processus de reconstruction de la connaissance et de l'action pour les enseignants.

Voici quelques exemples de domaines de recherche professionnelle.

a) Problèmes liés aux matières scolaires

Que savons-nous sur les sujets au programme ? Quels sont les contenus impliqués et quelles relations ont-ils entre eux ?

réseau
de problèmes
professionnels dans
différents domaines

Quelles sont les différentes formulations existantes de ces contenus ? Quelle idée nous faisons-nous des caractéristiques de la connaissance disciplinaire ? Que sont les disciplines ? Comment se construisent-elles et pourquoi changent-elles ? Que savons-nous des autres formes de connaissances importantes dans le contexte scolaire ? Quels types de connaissances interviennent dans le contexte scolaire ? Quelles sont leurs relations ? (Martín del Pozo, 1999).

b) Problèmes liés aux idées des élèves

Quelle est la nature des idées des élèves ? Ces idées sont-elles incohérentes, arbitraires et instables ? Obéissent-elles à des règles générales ou sont-elles toujours uniques car relatives à des situations et des contenus spécifiques ? Sont-elles communes à de nombreux élèves ou rencontre-t-on une grande diversité ? Comment les idées des élèves changent-elles ? Comment les remettre en question sans tomber dans le modèle de rectification de l'erreur ? Quelle stratégie d'apprentissage convient-il de mettre en œuvre dans chaque situation et face à chaque contenu concret ? Quelles techniques et stratégies sont-elles utiles pour explorer et analyser les idées des élèves ? (García Díaz, J.E., 1999).

c) Problèmes liés à la formulation des contenus scolaires

Quelle est et quelle devrait être la fonction de l'école obligatoire ? Quel modèle de développement humain et social prenons-nous comme référence pour notre activité professionnelle ? Quel est le rôle des disciplines dans la formation de base des citoyens ? Quelles sources utilisons-nous et lesquelles devrions-nous utiliser lors de l'élaboration des contenus scolaires ? Que prévoient à ce sujet la législation et les manuels scolaires ? Qui doit déterminer les connaissances souhaitables pour nos élèves ? Comment devons-nous formuler, organiser et présenter la connaissance scolaire ? Jusqu'à quel degré d'élargissement et d'approfondissement doit-on aller ? Quels types de connaissances devons-nous prendre en compte ? (Porlán, R, 1999)

d) Problèmes liés à la méthodologie de l'enseignement

Comment devrait être définie et orientée une séquence d'activités ? Comment formuler une hypothèse réaliste de connaissance scolaire souhaitable qui tienne compte du point de départ des élèves, de leurs attentes et de leurs intérêts potentiels ? Quelle hypothèse de progression doit-on établir pour surmonter les éventuelles difficultés de l'apprentissage, et comment le faire ? Quelles activités, et selon quelle organisation, peuvent favoriser le changement et l'évolution significative des idées des élèves ? Quels sont les phases méthodologiques qui existent et sur quoi sont-elles fondées ? Comment gérer et réguler la dynamique de la classe ? (Azcarate, P., 1999)

e) Problèmes liés à l'évaluation

Quels sont les modèles d'évaluation existants et sur quoi se fondent-ils ? Quelle conception de l'évaluation est-elle compatible avec une approche de l'enseignement par la recherche ? Dans quelle mesure l'évaluation permet-elle de soumettre à la confrontation empirique nos hypothèses curriculaires et, à long terme, notre savoir pratique professionnel ? Comment évaluer de manière adéquate l'apprentissage des élèves ? Quelles données sélectionner et comment le faire pour obtenir une information fiable sur le curriculum effectivement mis en œuvre ? Quel rôle doivent jouer élèves et professeurs dans le processus d'évaluation et de prise de décisions ? etc.

f) Problèmes liés à la conception et à la réalisation de modules d'enseignement

Comment établir des relations significatives et cohérentes entre le quoi, le comment et l'évaluation ? Quels sont les modèles de conception de modules d'enseignement qui existent et sur quoi se fondent-ils ? Comment garantir que le déroulement du module a un sens et une cohérence pour le professeur ainsi que pour les élèves ? etc.

g) Problèmes liés à la planification d'une année scolaire

Quelle hypothèse de progression générale peut-on établir et sur la base de quels critères ? Comment sélectionner et organiser les différents objets d'étude en cohérence avec l'hypothèse de progression générale et de telle sorte que nous puissions, de surcroît, être attentifs à la dynamique de la classe ? Quels sont les modèles d'organisation de cours qui existent et sur quoi reposent-ils ? Quels sont les différents moments ou phases d'un cours que nous pouvons distinguer et sur la base de quels critères ? etc.

h) Problèmes liés à la définition du modèle didactique personnel

Quels sont mes principes didactiques généraux ? Sur quelles connaissances reposent-ils ? Quel est le degré de cohérence entre mes principes et leurs fondements ? Quelles normes pour l'action peut-on en déduire ? Quels types de relations doivent-ils exister entre mon modèle didactique et mon action professionnelle concrète ? etc.

L'organisation que nous venons de décrire permet une construction graduelle de la connaissance, dans la mesure où le transit par les différents domaines suppose l'émergence de connaissances nouvelles, mais aussi l'élaboration continue des connaissances métadisciplinaires elles-mêmes et du modèle didactique personnel, ce vers quoi nous tendons de manière graduelle à partir de chaque domaine. Cette construction progressive permet à son tour une nouvelle réinterprétation des connaissances les plus spécifiques, décrivant

ainsi un cheminement constant du particulier au général et du général au particulier.

4. CONCLUSION : QUELLE FORMATION CONCEVOIR À PROPOS DES DOMAINES DE RECHERCHE PROFESSIONNELLE ?

Nous voudrions pour terminer évoquer, au moins brièvement, une possibilité de prise en compte dans la formation de l'un des problèmes que nous venons d'énoncer. Nous prendrons l'exemple du domaine lié aux contenus d'enseignement, et nous nous appuyerons sur la proposition de formation schématisée dans le document 2.

le savoir
professionnel
se construit
à travers
la recherche
de réponse
à ces problèmes

Dans ce module de formation, on distingue trois moments ou phases méthodologiques : initiation, confrontation et structuration. Pour chacune des phases, les activités des enseignants en formation sont définies, ainsi que celles du formateur destinées à orienter la démarche et les obstacles dont nous supposons l'existence et qui rendent difficile le changement dans la direction visée. Comme on peut le voir d'après les activités proposées, quelques-unes des démarches et valeurs métadisciplinaires auxquels nous avons fait référence auparavant sont très présentes (résolution de problèmes, confrontation des idées, rigueur, autonomie, négociation...).

La "direction souhaitable" que nous aimerions voir prendre au processus formateur est celle qui apparaît sur la carte conceptuelle que nous schématisons dans le document 3. On peut y observer que pour son développement il faudrait intégrer, d'un point de vue enseignant, des connaissances qui pourraient provenir de la didactique des sciences, de l'épistémologie, la didactique générale, la psychologie, l'expérience professionnelle... On peut aussi observer le rôle organisateur de certaines métaconnaissances (diversité, interaction, changement, etc.).

Ainsi, en travaillant autour des problèmes des domaines de recherche professionnelle, nous donnons une signification spécifiquement professionnelle aux informations provenant de diverses sources et nous construisons peu à peu un modèle didactique de référence, en nous approchant progressivement, tout au long de ce processus, des connaissances métadisciplinaires.

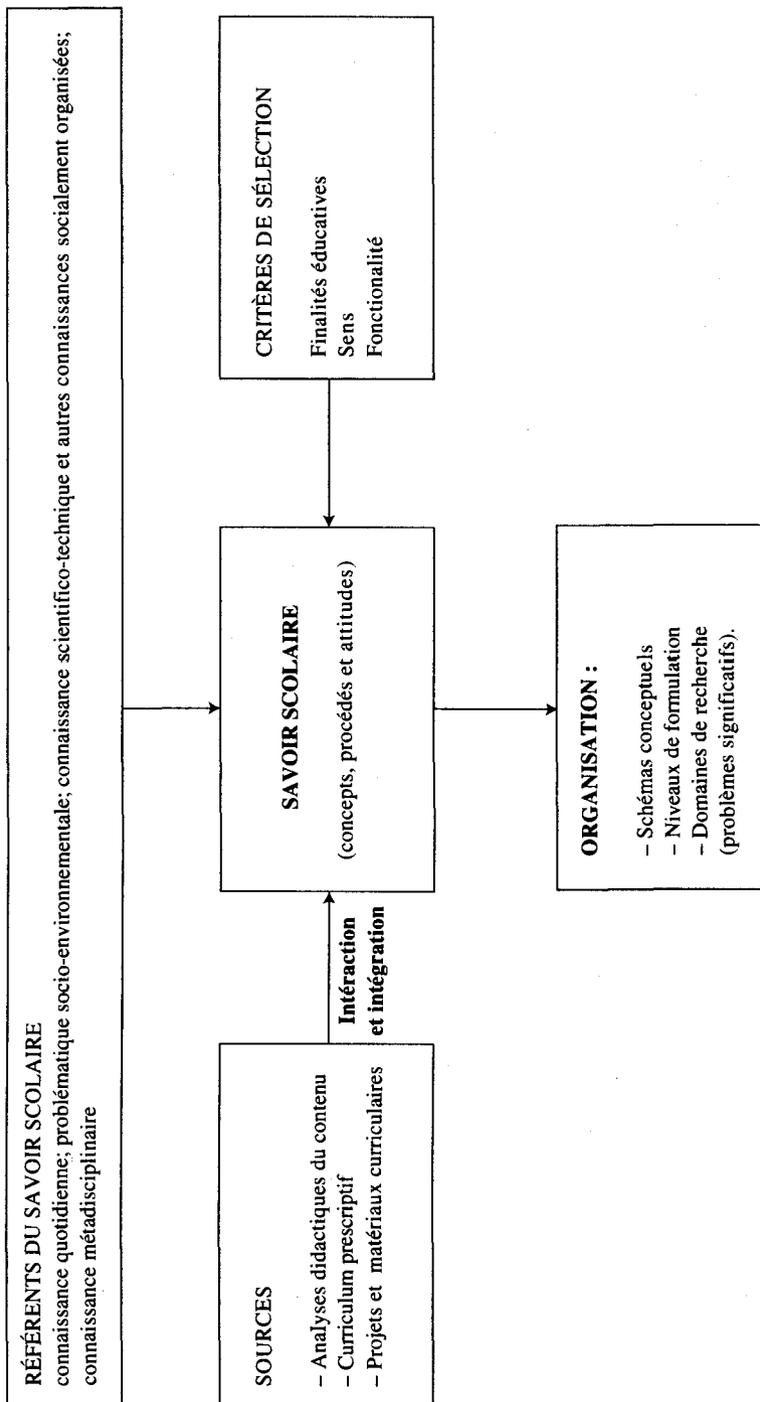
Rafael Porlán Ariza
Ana Rivero García
Dpto. Didáctica de las Ciencias.
Universidad de Sevilla
Miembros del grupo DIE y de la Red IRES

Document 2. Module de formation dans le domaine lié aux contenus scolaires

PROBLÈME : Comment devons-nous formuler, organiser et présenter les connaissances scolaires ?

PHASES MÉTHODOLOGIQUES	ACTIVITÉS POUR LES ENSEIGNANTS/ES EN FORMATION	OBSTACLES FORMATIFS	ACTIVITÉS POUR LE/LA FORMATEUR/FORMATRICE
<ul style="list-style-type: none"> - Expression et prise de conscience du savoir et des pratiques personnelles 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analyse en groupes des propositions de contenus que fait habituellement chaque professeur à propos d'un sujet déterminé. Reperçage d'accords, de divergences et de problèmes intéressants 2. Mise en commun de l'activité antérieure. Reperçage d'accords, divergences et problèmes intéressants 3. Entretiens avec les élèves, menés de façon croisée par les différents professeurs du groupe, sur leurs opinions à propos des contenus travaillés en classe lors du dernier thème étudié 4. Analyse des différents modèles curriculaires et de divers apports sur la caractérisation du savoir scolaire 5. Organisation et analyse des informations obtenues lors des activités 3 et 4 en fonction des problèmes posés lors de l'activité 2 6. Mise en commun de l'activité précédente (formulation de principes relatifs au "quoi" enseigner). 	<ul style="list-style-type: none"> - Conception réduite des sources du savoir scolaire - Point de vue accumulatif des apports de ces sources (non intégration dans des problèmes à étudier) - Dissociation mécanique entre objectifs et contenus - Conception a-théorique de l'enseignement - Conception non progressive de la connaissance - Procédés simples et routiniers dans la détermination du savoir à enseigner 	<ul style="list-style-type: none"> - Élaboration d'un scénario pour faciliter l'analyse des matériaux des professeurs - Analyse des matériaux des professeurs. Caractérisation de leurs conceptions - Sélection/schématisation de matériaux curriculaires et d'articles intéressants sur la caractérisation de la connaissance scolaire - Élaboration de protocoles pour les entretiens avec les élèves - Réalisation de certains des entretiens avec les élèves - Conduite des débats
<ul style="list-style-type: none"> - Confrontation avec d'autres informations 	<ol style="list-style-type: none"> 7. Schéma d'une proposition de connaissance scolaire souhaitable pour un contenu défini 8. Mise en commun des schémas. Reperçage de cohérences et incohérences avec les principes formulés 9. Reformulation des propositions 		<ul style="list-style-type: none"> - Analyse des schémas élaborés par les professeurs. Caractérisation des conceptions des professeurs à propos du "quoi" enseigner
<ul style="list-style-type: none"> - Structuration d'un nouveau savoir professionnel 			

Document 3. Carte conceptuelle du domaine lié aux contenus scolaires



RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- APPLE, M.W. (1979). *Ideology and curriculum*. Routledge & Kegan Paul. (Trad. cast. *Ideología y currículum*. Madrid : Akal, 1986).
- APPEL, M.W. (1989). *Maestros y textos*. Barcelona : Paidós-MEC.
- ASTOLFI, J. P. & DEVELAY, M. (1989). *La didactique des sciences*. Paris : PUF.
- AZCÁRATE, P. (1999). Metodología de enseñanza. *Cuadernos de Pedagogía* 276, 72-78.
- BACHELARD, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique*. Librairie Philosophique J. Wrin. (Trad. cast. *La formación del espíritu científico*. Buenos Aires : Argos, 1948).
- BROMME, R. (1988). Conocimientos profesionales de los profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (1), 19-29.
- CARR, W. & KEMMIS, S. (1983). *Becoming critical: knowledge through action research*. Victoria (Australia) : Deakin University Press. (Trad. cast. *Teoría crítica de la enseñanza. La investigación-acción en la formación del profesorado*. Barcelona : Martínez Roca, 1988).
- CLAXTON, G. (1984). *Live and learn. An introduction to the Psychology of growth and change in everyday life*. London : Harper and Row Publishers. (Trad. cast. *Vivir y aprender*. Madrid : Alianza Editorial, 1987).
- DEMAILLY, L. (1991). Modèles de formation continue des enseignants et rapport aux savoirs professionnels. *Recherche et Formation*, 10, 23-35.
- DÉSAULTES, J. et al. (1993). La formation à l'enseignement des sciences : le virage épistémologique. *Didaskalia*, 1, 49-67.
- DEVELAY, M. (1994). *Peut-on former les enseignants ?* Paris : ESF.
- ELLIOT, J. (1990). *La investigación-acción en educación*. Madrid : Morata.
- ESCUADERO, J.M. (1992). Sistemas de apoyo y proceso de asesoramiento : enfoques teóricos. En V.V.A.A. : *El asesoramiento a centros educativos*. Madrid : Comunidad de Madrid.
- FERRY, G. (1983). *Le trajet de la formation*. Paris : Dunod. (Trad. cast. *El trayecto de la formación. Los enseñantes entre la teoría y la práctica*. Barcelona : Paidós, 1991).
- FURIÓ, C. ; GIL, D. ; PESSOA, A. & SALCEDO, L. (1992). La formación inicial del profesorado de Educación Secundaria : papel de las didácticas específicas. *Investigación en la Escuela*, 16, 7-21.
- FURIÓ, C. (1994). Tendencias actuales en la formación del profesorado de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 188-199.
- GARCÍA DÍAZ, J.E. (1986). Bases para la introducción del modelo del profesor-investigador en los centros de profesores. En R. Porlán & P. Cañal, : *Actas IV Jornadas de Estudio sobre la Investigación en la Escuela*. Sevilla : Díada Editora.

GARCÍA DÍAZ, J.E. (1994). El conocimiento escolar como un proceso evolutivo : aplicación al conocimiento de nociones ecológicas. *Investigación en la Escuela*, 23, 65-76.

GARCÍA DÍAZ, J.E. (1995a). *Proyecto docente*. Universidad de Sevilla.

GARCÍA DÍAZ, J.E. (1995b). *Epistemología de la complejidad y enseñanza de la Ecología. El concepto de ecosistema en la Educación Secundaria*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Sevilla.

GARCÍA DÍAZ, J.E. (1999). Las ideas de los alumnos. *Cuadernos de Pedagogía* 276, 58-64.

GARCÍA DÍAZ, J.E. & GARCÍA PÉREZ, F.F. (1989). *Aprender investigando*. Sevilla : Díada.

GARCÍA DÍAZ, J.E. ; MARTÍN, J. & RIVERO, A. (1996). El currículum integrado : desde un pensamiento simple hacia uno complejo. *Aula de Innovación Educativa*, 51, 13-18.

GIL, D. (1993). Aportaciones de la investigación en didáctica de las ciencias a la formación y actividad del profesorado. *Curriculum*, 6-7, 45-66.

GIMENO, J. (1989). Profesionalidad docente, currículum y renovación pedagógica. *Investigación en la Escuela*, 7, p. 3-21.

GIMENO, J. (1993). Conciencia y acción sobre la práctica como liberación profesional de los profesores. En F. Imbernón. *La formación permanente del profesorado en los países de la CEE*. Barcelona : ICE-Horsori.

GIORDAN, A. & DE VECCHI, G. (1987). *Les origines du savoir. Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*. Neûchatel : Delachaux & Niestlé. (Trad. cast. *Los orígenes del saber*. Sevilla : Díada, 1988).

GIROUX, H. (1990). *Los profesores como intelectuales*. Barcelona : Paidós-MEC.

GRUPO INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA, (1991). *Proyecto Curricular "Investigación y Renovación Escolar" (IRES)*. Cuatro vols. Sevilla : Díada.

HABERMAS, J. (1968a). *Erkenntnis und interesse*. Frankfurt am Main : Suhrkamp Verlag. (Trad. cast. *Conocimiento e interés*. Madrid : Taurus, 1982).

HABERMAS, J. (1968b). *Tchnik und wissenschaft als "Ideologie"*. Frankfurt am Main : Suhrkamp Verlag. (Trad. cast. *Ciencia y técnica como "Ideología"*. Madrid : Tecnos, 1986).

HABERMAS, J. (1981a). *Theorie des kommunikativen handelns. Band 1. Hand-lungs-rationalität und gesellschaftliche rationalisierung*. Frankfurt am Main : Suhrkamp Verlag. (Trad. cast. *Teoría de la acción comunicativa I. Racionalidad de la acción y racionalización social*. Madrid : Taurus, 1987).

HABERMAS, J. (1981b). *Theorie des kommunikativen handelns. Band 2. Zur Kirtirk der fuknionalistischen Vernunft*. Frankfurt am Main : Suhrkamp Verlag. (Trad. cast. *Teoría de la acción comunicativa II. Crítica de la razón funcionalista*. Madrid : Taurus, 1987).

HARTNETT, A. & NAISH, M. (1988). ¿Técnicos o bandidos sociales? Algunos aspectos morales y políticos de la formación del profesorado. *Revista de Educación*, 285, 45-61.

IMBERNÓN, F. (1994). *La formación y el desarrollo profesional del profesorado. Hacia una nueva cultura profesional*. Barcelona : Graó.

LÓPEZ RUÍZ, J.I. (1995). *El conocimiento profesional de los profesores acerca de las concepciones de los alumnos. Dos estudios de caso en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Sevilla.

MARCELO, C. (1992). Cómo conocen los profesores la materia que enseñan. Algunas contribuciones de la investigación sobre conocimiento didáctico del contenido. En *Actas del Congreso sobre las didácticas específicas en la formación del profesorado*. Santiago de Compostela.

MARTÍN DEL POZO, R. (1994). *El conocimiento del cambio químico en la formación inicial del profesorado. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de los estudiantes de magisterio*. Tesis Doctoral inédita. Universidad de Sevilla.

MARTÍN DEL POZO, R. (1999). Las materias escolares. *Cuadernos de Pedagogía* 276, 50-56.

MARTINAND, J.L. (1989). Pratiques de référence, transposition didactique et savoirs professionnels en sciences et techniques. *Les Sciences de l'Éducation pour l'Ère Nouvelle*, 2, 23-29.

MARTÍNEZ, M. (1993). *El paradigma emergente : hacia una nueva teoría de la racionalidad científica*. Barcelona : Gedisa.

MORIN, E. (1977). *La méthode : I. La nature de la nature*. Paris : Éditions du Seuil. (Trad. cast. *El método : I. La naturaleza de la naturaleza*. Madrid : Cátedra, 1986).

MORIN, E. (1982). *Science avec conscience*. Paris : Librairie Arthème Fayard. (Trad. cast. *Ciencia con consciencia*. Barcelona : Anthropos, 1984).

MORIN, E. (1986). *La méthode : anthropologie de la connaissance*. Paris : Seuil.

MORIN, E. (1990). *Introduction à la pensée complexe*. Paris : ESF Éditeur. (Trad. cast. *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona : Gedisa, 1995).

NORMAN, D.A. (1982). *Learning and Memory*. New York : W.H. Freeman and Company. (Trad. cast. *El aprendizaje y la memoria*. Madrid : Alianza, 1985).

NOVAK, J.D. (1987). Toward a unity of psychological and epistemological meaning making. Paper presented at the Second International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics Education. New York : Ithaca. (Trad. cast. *El constructivismo humano : hacia la unidad en la elaboración de significados psicológicos y epistemológicos*. En Porlán, R., García Díaz, J.E. & Cañal, P. (Comps.) *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Sevilla : Díada, 1988).

NOVAK, J.D. (1991). Ayudar a los alumnos a aprender cómo aprender. *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (3), 215-228.

NOVAK, J.D. & GOWIN, D.B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge : Cambridge University Press. (Trad. cast. *Aprendiendo a aprender*. Barcelona : Martínez Roca, 1988).

PÉREZ GÓMEZ, A. (1992). La función y formación del profesor en la enseñanza para la comprensión. En J. Gimeno & A. Pérez Gómez : *Comprender y transformar la escuela*. Madrid : Morata.

PÉREZ GÓMEZ, A. (1994). La cultura escolar en la sociedad posmoderna. *Cuadernos de Pedagogía*, 225, 80-85.

PORLÁN, R. (1989). *Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional. Las concepciones epistemológicas de los profesores*. Tesis doctoral. (Versión en Microficha, nº 9. Sevilla : Editorial de la Universidad de Sevilla, 1992).

PORLÁN, R. (1990). Hacia una fundamentación epistemológica de la enseñanza. *Investigación en la Escuela*, 10, 3-22.

PORLÁN, R. (1993). *Constructivismo y escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla : Díada.

PORLAN, R. (1999). Formulación de contenidos escolares. *Cuadernos de Pedagogía* 276, 65-70.

PORLÁN, R. & GARCÍA DÍAZ, J.E. (1990). Cambio escolar y desarrollo profesional : un enfoque basado en la Investigación en la Escuela. *Investigación en la Escuela* 11, 25-37.

PORLÁN, R. & MARTÍN, J. (1991). *El diario del profesor*. Sevilla : Díada Editora.

PORLÁN, R. & MARTÍN, J. (1994). Le savoir pratique des enseignants spécialisés. Apports des didactiques spécifiques. *Aster* 19, 49-60.

PORLÁN, R. & RIVERO, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla : Díada.

PORLÁN, R., GARCÍA DÍAZ, J.E. & CAÑAL, P. (1988). Un enfoque constructivista e investigativo para la formación de formadores en didáctica de las ciencias. En C. Marcelo : *Avances en el estudio del pensamiento de los profesores*. Sevilla : Publicaciones de la Universidad de Sevilla.

PORLÁN, R. ; RIVERO, A. & MARTÍN DEL POZO, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I : Teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (2), 155-173.

PORLÁN, R. ; AZCÁRATE, P. ; MARTÍN, R. ; MARTÍN, J. ; RIVERO, A. (1996). Conocimiento profesional deseable y profesores innovadores : fundamentos y principios formativos. *Investigación en la Escuela*, 29, 23-38.

RODRIGO, M.J. (1994). El hombre de la calle, el científico y el alumno : ¿un sólo constructivismo o tres ? *Investigación en la Escuela*, 23, 7-16.

RODRIGO, M.J. ; RODRÍGUEZ, A. & MARRERO, J. (1994). *Las teorías implícitas. Una aproximación al conocimiento cotidiano*. Madrid : Visor.

SANTOS, M.A. (1995). Cultura profesional del docente. *Investigación en la Escuela*, 26, 37-46.

SCHÖN, D. (1983). *The reflective practitioner*. Londres : Temple Smith.

STENHOUSE, L. (1982). *Teacher as matter of research and development*. Paper presented at East Anglia and Cambridge Universities. (Trad, cast. El profesor como tema de investigación y desarrollo. *Revista de Educación*, 277, 43-53, 1985).

STENHOUSE, L. (1984). *Investigación y desarrollo del curriculum*. Madrid : Morata.

TOULMIN, (1972). *Human Understanding. Vol I : The collective use and evolution of concepts*. Princeton University Press. (Trad. cast. *La comprensión humana. Vol I : El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid : Alianza Editorial, 1977).

VIGOTSKY, L.S. (1978). *Mind in society, the development of higher psychological processes*. Massachusetts : Harvard University Press. (Trad. cast. *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona : Grijalbo, 1979).

YUS, R. (1993). Entre la calidad y la cantidad. *Cuadernos de Pedagogía*, 220, 64-77.

ZEICHNER, K. & LISTON, D. (1990). Traditions of reform in U.S. teacher education. *Journal of Teacher Education*, 41 (2), 3-20.