

Dimensions sensibles des situations de tutelle et travail de l'enseignant de mathématiques

Marie-Paule VANNIER-BENMOSTAPHA

Directrice d'école d'application
Formatrice associée à l'IUFM de Créteil (centre de Melun)

Le travail de recherche présenté ici a été mené en étroite collaboration avec Maryvonne Merri¹, et a fait l'objet d'une thèse, soutenue en octobre 2002, sous la direction de Gérard Vergnaud (Vannier-Benmostapha, 2002). Il s'agit de décrire et de comprendre les compétences professionnelles mises en œuvre par les enseignants lorsqu'ils aident leurs élèves à résoudre des problèmes mathématiques. Enseignants et élèves appartiennent à trois institutions scolaires différentes : la CLIPA (ou Classe d'Initiation Préprofessionnelle en Alternance²), la 4^{ème} technologique agricole³ et le CM2 (dernière année de l'école primaire).

Cette étude participe au développement d'une didactique professionnelle. En effet, en privilégiant l'observation de classes dans lesquelles les élèves sont reconnus en grande difficulté, nous souhaitons contribuer à une formation spécifique des professeurs intervenant auprès de ces publics tels que les professeurs de lycées professionnels, les formateurs de CFA (Centre de Formation d'Apprentis) voire les enseignants spécialisés intervenant dans les SEGPA (Section d'Enseignement Général et Professionnel Adapté).

¹ Maryvonne Merri est Maître de Conférences en Psychologie des processus d'apprentissage à l'École Nationale de Formation Agronomique (ENFA). Notre collaboration s'inscrit dans un contrat entre le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche (MAP) et l'ENFA, au titre de l'appel d'offres "*Professionnalité des enseignants du MAP : spécificités, nouveaux contextes, évolutions des rôles et des fonctions, conséquences pour la formation*" (période 1997-2000)

² « Ces classes accueillent à partir de l'âge de quatorze ans, (et de préférence avant l'âge de dix-huit ans), des élèves sous statut scolaire qui choisissent d'acquies un enseignement préprofessionnel par la voie de l'alternance. Il en existe douze en France dans l'enseignement agricole. » (Brochure du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, 2001). Il existe également des CLIPA dans l'Éducation Nationale.

³ « Les classes de quatrième et troisième technologiques ont pour finalité d'accueillir les élèves attirés par un enseignement moins abstrait et non des élèves en difficulté pour lesquels d'autres dispositions sont à envisager. Leur originalité est de prendre appui sur un enseignement technologique important permettant la mise en œuvre de projets techniques dans le cadre d'un projet pédagogique global » (Préface des Programmes de 1990). Ces classes ont été créées officiellement en 1990, (mais existaient à titre expérimental depuis 1984). Elles ont été supprimées en 1996 dans l'Éducation Nationale alors qu'elles demeurent, à ce jour, maintenues dans les lycées professionnels de l'enseignement agricole.

1. La définition de l'objet de recherche

1.1 Un projet de didactique professionnelle

Le projet de la didactique professionnelle, initié par Pastré (1992), comporte plusieurs étapes allant de l'identification des situations problématiques, auxquelles les professionnels sont confrontés dans l'exercice de leur métier, jusqu'à l'élaboration d'ingénieries de formation, favorisant le développement des compétences professionnelles ainsi identifiées et la construction des savoirs de référence sous-jacents aux conduites expertes.

Dans ce travail, notre réflexion porte essentiellement sur l'articulation entre des *savoirs théoriques* disponibles dans deux grands domaines – en psychologie des apprentissages et du développement des connaissances (ou psychologie cognitive) et en didactique des mathématiques - et des *savoirs pratiques*, produits de l'expérience des sujets. Notre souci a été de faire correspondre deux logiques : celle d'une théorie de l'apprentissage, qui définit les conditions nécessaires au développement des connaissances de tous les élèves, et celle de l'activité de l'enseignant dans des contextes institutionnels particuliers.

1.2 Une question récurrente en formation

Notre investissement dans la formation professionnelle nous conduit à privilégier l'analyse des aspects problématiques de l'activité enseignante. En effet, l'intérêt de la recherche et son écho positif parmi les professionnels dépendent essentiellement de la pertinence des questions auxquelles tente de répondre le chercheur au regard des difficultés rencontrées sur le terrain par les praticiens. Autrement dit, le rôle du chercheur est de transformer les questions du terrain en problématiques relatives à des théories dans son champ disciplinaire.

Nous isolons une question récurrente en formation initiale et continue des enseignants : comment aider les élèves qui rencontrent des difficultés dans les apprentissages ? Les psychologues intervenant en formation des enseignants assimilent le plus souvent cette question aux problématiques de la *médiation* et de la *tutelle*. Aussi avons-nous choisi d'étudier l'*activité de tutelle* des enseignants.

Le choix des mathématiques répond à une double préoccupation, de chercheur et de formateur : le peu de prise en compte, dans les propositions didactiques, de la spécificité de l'enseignement des mathématiques à des publics en grand échec scolaire et l'absence de formation didactique des professeurs chargés d'enseigner cette matière à ces publics, les deux étant liés sans doute.

1.3 Une analyse ergonomique

Plutôt que de décrire la totalité des compétences en jeu dans l'activité de l'enseignant, nous nous sommes intéressée aux compétences « critiques » - au sens de « remarquables » - mises en œuvre par chacun, étant donné un contexte particulier d'enseignement. Autrement dit, la notion de *compétence critique* correspond à une adaptation optimale du sujet au système de contraintes et de ressources de la situation de travail. C'est en ce sens que nous parlerons d'analyse ergonomique de l'activité professionnelle observée.

En référence aux propositions de Vergnaud (1996, 2001), nous appréhendons la notion de compétence en relation avec celle de conceptualisation. En effet, si l'acceptation la plus courante

de la compétence est relative à la performance (le sujet est jugé compétent s'il réalise la tâche), la compétence peut également être évaluée en fonction de la nature des procédures mises en œuvre par le sujet pour réaliser la tâche (le sujet s'y prend de telle ou telle manière, jugée plus rapide, plus économique, plus fiable...) ou plus finement encore, en considérant non pas la nature des conduites en soi, mais leur adaptation aux variables de la situation (le sujet adapte sa réponse à la diversité des cas rencontrés). Autrement dit, est compétent celui qui dispose de catégories de lecture du réel suffisamment élaborées pour distinguer une variation là où un sujet moins compétent ne percevra pas de différence.

Ce dernier niveau de définition de la compétence fait référence à la théorie de la représentation dont le concept de schème est l'élément central (Vergnaud, 1985). L'adaptation du sujet en situation suppose, en effet, une conceptualisation du réel dont les deux premiers niveaux de définition ci-dessus ne rendent pas compte. Mais l'activité doit également intégrer les deux niveaux précédents : elle est orientée vers un but et exige des conduites disponibles.

Décrire et comprendre l'activité de tutelle mise en œuvre par les enseignants en termes de compétences critiques suppose donc que nous disposions, d'une part d'une théorie de la tutelle qui prenne en compte la spécificité des apprentissages mathématiques dans un cadre scolaire, d'autre part, d'une méthodologie adaptée à l'observation de compétences critiques.

2. L'élaboration d'un cadre théorique

La thèse développée est issue d'un triple ancrage théorique : en psychologie des apprentissages, en didactique des mathématiques et en ergonomie cognitive. La volonté d'articuler ces trois points de vue nous conduit : 1) à élargir le concept de tutelle, proposé par les psychologues, aux situations scolaires, avec enjeu de savoir ; 2) à déterminer une méthodologie particulière d'analyse des pratiques, prenant en compte les conditions spécifiques du travail de l'enseignant, dans des contextes institutionnels donnés, principalement auprès d'élèves en grande difficulté ; 3) à privilégier des études de cas qui ouvrent la discussion sur les compétences à développer pour améliorer l'efficacité de l'enseignement auprès de cette catégorie d'élèves.

2.1 La référence aux propositions brunériennes

La recherche princeps de Wood, Bruner et Ross (1976) occupe une place privilégiée dans notre travail. Ce choix répond à une double préoccupation : il s'agissait, d'une part, de prendre en compte l'existence d'une telle référence dans les instances de formation ; d'autre part, d'opérationnaliser la proposition brunérienne pour décrire et comprendre les interactions de tutelle dans le cadre scolaire.

Une tâche générique de tutelle pourrait être définie en ces termes : aider l'enfant à résoudre un problème qu'il ne saurait pas résoudre seul mais pour lequel il est néanmoins capable de reconnaître des solutions acceptables. Le programme de tutelle mis au point par Wood, Bruner et Ross correspond donc à une *approche fonctionnelle* de la tutelle : les tâches prescrites au tuteur permettent la réalisation des conditions nécessaires à l'activité selon la théorie de l'apprentissage socialement médiatisé avancée par Vygotski (1985). La tutelle représente un des moyens de réaliser la médiation culturelle.

L'analyse de l'activité de la tutrice aboutit à la définition de six fonctions de tutelle : l'enrôlement dans la tâche, le maintien de l'orientation, la réduction des degrés de liberté, la signalisation des caractéristiques déterminantes, le contrôle de la frustration et la démonstration.

Nous distinguons, pour notre part, deux acceptions du terme « fonction ». En effet, il correspond :
 1/- aux conditions générales à réaliser pour que l'activité de l'enfant ait lieu. Les auteurs nous semblent alors distinguer, en ce sens, la fonction *d'enrôlement*, la fonction *de prise en charge* des éléments qui dépassent la compétence du sujet, et enfin, la fonction *d'assurance* de l'activité du sujet. Nous parlerons à ce propos de *modèle tri-fonctionnel « enrôlement – prise en charge – assurance »* ;
 2/- au type d'action du tuteur nécessaire à l'activité de l'enfant. Ces actions sont basées en partie sur l'importance théorique de l'imitation et du langage dans l'apprentissage socialement médiatisé. Les actions du tuteur réalisent alors, en ce sens aussi, les conditions des progrès de l'activité du sujet.

2.2 Le modèle tri-fonctionnel « enrôlement – prise en charge – assurance »

L'étude des conditions d'émergence du concept de tutelle nous conduit à définir un modèle tri-fonctionnel *enrôlement – prise en charge – assurance* (document 1) à partir de la catégorisation initialement proposée par Bruner (1983).

Ce modèle rend compte des trois conditions d'une tutelle efficace :

1. que l'élève accepte de résoudre le problème ;
2. que l'élève puisse bénéficier d'une aide nécessaire suffisante et adaptée ;
3. que l'élève puisse être assuré dans sa compétence.

<u>ACTIONS DU TUTEUR SUR L'ACTIVITE DE L'ENFANT</u>	<u>CONDITION DE MAINTIEN DE L'ACTIVITE</u>
<u>L'enrôlement dans la tâche</u> : le tuteur engage l'intérêt et l'adhésion de l'enfant	ENROLEMENT
La réduction des degrés de liberté : le tuteur simplifie la tâche jusqu'au niveau où l'enfant peut reconnaître qu'il a réussi ou non à répondre aux exigences de la tâche Le maintien de l'orientation : le tuteur maintient l'enfant dans la poursuite d'un objectif défini <u>La signalisation des caractéristiques déterminantes</u> : le tuteur signale les caractéristiques de la tâche qui sont pertinentes pour son exécution La démonstration : le tuteur présente des modèles de solution. Il procède à une certaine stylisation de l'action.	PRISE EN CHARGE
Le contrôle de la frustration : le tuteur installe un climat de confiance	ASSURANCE

Document 1 : Le modèle tri-fonctionnel « *Enrôlement – Prise en charge – Assurance* »

Chacune de ces trois fonctions prend place dans un continuum qui signifie le transfert de responsabilité⁴ opéré dans le cadre d'un apprentissage socialement médiatisé (Vygotski, 1985 ; Rogoff, 1990).

2.2.1 Le caractère « critique » des fonctions d'enrôlement et d'assurance auprès des élèves en difficulté

La prise en charge est, de loin, la fonction de tutelle la plus étudiée par les psychologues⁵, à tel point qu'il existe un risque de confusion entre cet aspect du concept et le concept lui-même. S'il est vrai que cette fonction reste le vecteur du progrès cognitif, l'observation de l'activité de tutelle auprès d'élèves en grande difficulté révèle le caractère critique des fonctions d'enrôlement et d'assurance. L'expérience de l'échec répété (ou le manque d'expérience de la réussite) handicape la prise de risque nécessaire à l'apprentissage (entreprendre sans savoir faire a priori). Le sentiment de compétence nécessaire à toute activité autonome fait souvent défaut et les élèves ont alors tendance à s'installer dans une relation de dépendance qui leur assure un minimum de réussite. L'idée même de continuum permet de penser les risques de confusion entre fonctions (ou faux-semblants) : croyant s'ajuster aux besoins avérés des élèves, l'enseignant ne fait que sur-étayer un semblant d'activité, au risque de « tuer » l'apprentissage.

2.2.2 La notion de « sur-étayage »

Parler de « sur-étayage » ou d' « over-scaffolding », c'est faire référence aux travaux menés par Wood auprès d'enfants sourds (Wood, 1989). La catégorisation des actes de tutelle proposée par Wood est fondée sur la distinction entre deux modes d'interventions possibles : le mode verbal et le mode non-verbal⁶. Le recours au langage est un moyen pour le tuteur d'agir de moins en moins directement sur l'activité de l'enfant. Or intervenir auprès d'enfants sourds prive le tuteur du recours au seul mode verbal. L'enseignant a alors tendance à trop aider ses élèves, les privant ainsi du bénéfice cognitif des interactions.

Les trois risques principaux liés au sur-étayage établissent, selon nous, une première définition « en creux » de ce que pourrait être une bonne intervention de tutelle :

- Trop d'aide nuit à l'activité cognitive : l'élève ne cherche plus à résoudre le problème posé ;
- Trop d'aide prive l'élève du contrôle de son activité : l'élève ne peut plus reconnaître si son activité répond aux exigences de la tâche ;
- Trop d'aide génère chez l'élève un sentiment d'incompétence et de possibles répercussions sur son comportement général face à l'apprentissage.

⁴ Pour Rogoff, un vrai guidage comporte un transfert de responsabilité du tuteur à l'élève. Cette proposition introduit une dimension diachronique dans la tutelle. Elle reprend une importante thèse vygotkienne : le tuteur doit assurer le passage d'une pensée intersubjective à une pensée intrasubjective (Rogoff, 1990).

⁵ Une étude approfondie des nombreux travaux consacrés à l'analyse de l'activité de tutelle étaye notre propos. Nous proposons, en effet, dans la partie théorique de la thèse (chapitres 3 à 5) une analyse détaillée de la littérature psychologique traitant de problématiques faisant écho aux propositions brunériennes.

⁶ Pour une analyse approfondie des propositions de Wood en terme d' « approche contingente », le lecteur pourra se référer au chapitre 4 de la thèse présentée ici.

L'hypothèse avancée par Wood⁷ selon laquelle l'origine des caractéristiques psychologiques des enfants sourds pourrait être le sur-étayage de l'adulte dans l'aide à la résolution de problèmes, apparaît particulièrement intéressante pour aborder le paradoxe de l'intervention auprès de certains publics reconnus en difficulté. Cette hypothèse rejoint la critique faite par Vygotski sur l'enseignement aux élèves en difficulté. La tendance, avec de tels enfants, est d'enseigner à la limite inférieure de la ZPD. De tels tuteurs renforcent eux aussi le sentiment d'incompétence des élèves (Vygotski, 1985).

2.3 Les quatre niveaux d'intervention didactique

La problématique brunérienne traite de l'aide à la réalisation d'une tâche particulière sans enjeu de construction de savoirs. Mais l'école, en tant qu'institution, a une responsabilité que n'a pas le laboratoire : l'apprentissage de savoirs définis par des programmes officiels. L'exécution de la tâche n'est qu'un levier : encore faut-il tirer bénéfice de cette réussite. Autrement dit, l'interaction et la performance fondent une situation qui doit également permettre la construction du savoir. Le contexte scolaire implique, par conséquent, la prise en compte de niveaux d'intervention situés en amont et en aval de la seule collaboration in situ.

Nous proposons un élargissement de la définition de la tutelle à toute intervention sur l'activité de l'élève allant du choix de la situation à la mise en exergue d'un savoir. La définition de quatre niveaux d'intervention hiérarchisés situe ainsi l'activité de tutelle de l'enseignant (au sens strict du terme) dans une perspective plus large de médiation culturelle (document 2 ci-dessous).

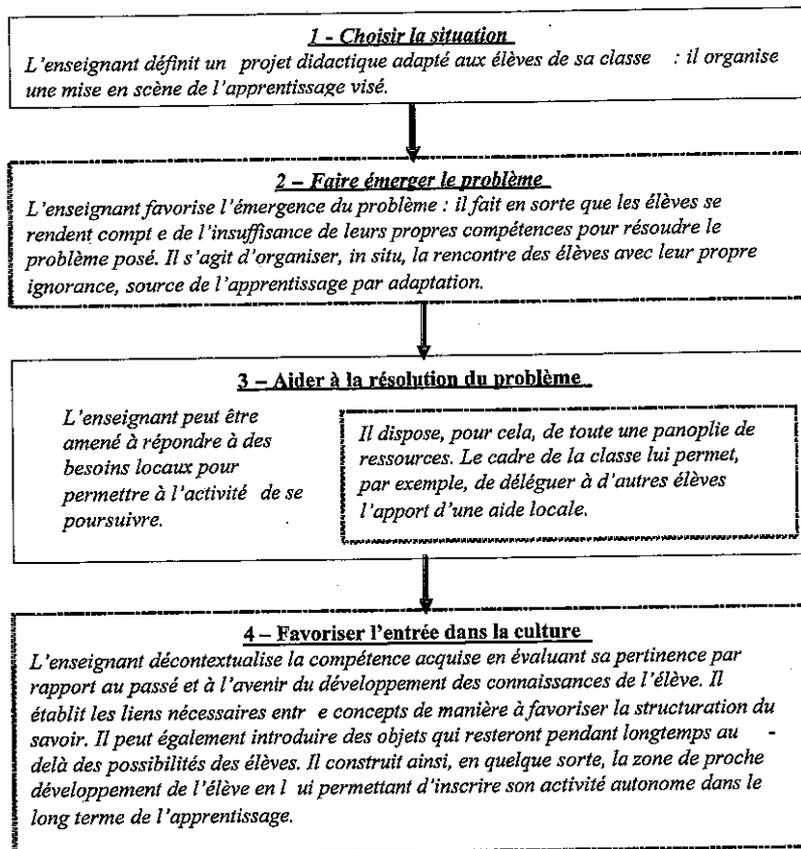
Le premier niveau d'intervention correspond à la définition d'un projet didactique en amont de l'interaction avec la classe : l'enseignant organise les conditions de l'activité de ses élèves. S'ajoutent à cette tâche initiale et fondamentale, trois autres tâches déterminantes pour l'apprentissage. Ces tâches sont comprises comme une extension du modèle tri-fonctionnel *enrôlement – prise en charge – assurance* à la problématique de construction de savoirs mathématiques, en référence à la théorie des situations didactiques (Brousseau, 1986).

Ainsi, notre définition de l'enrôlement comprend des gestes de *dévolution* du problème à l'élève (niveau 2 d'intervention) tandis qu'à l'autre extrémité du processus didactique, la fonction d'assurance englobe les gestes d'*institutionnalisation* (niveau 4 d'intervention). Le point de vue psychologique sur la tutelle s'est donc enrichi d'une dimension épistémologique.

Le troisième niveau d'intervention didactique correspond à toutes les aides apportées au cours de la réalisation effective de la tâche par les élèves. L'enseignant prend alors en charge une partie de l'activité de l'élève de manière à permettre à celle-ci de se poursuivre et d'être menée à bien.

Ce travail d'élaboration théorique précise la proposition de Vergnaud (1994) qui distingue, pour sa part, deux grandes catégories d'actes dans l'activité de l'enseignant : le choix de la situation (niveau 1 d'intervention) et l'action sur les composantes du schème de l'élève (niveau 3).

⁷ *Aspects of « deaf psychology » such as egocentrism, rigidity, and impulsivity, I have argued, are not inevitable, biological consequences of the disability but products of such distorted experiences in social interaction.* » (Wood, 1989, p 78).



Document 2 : Les quatre niveaux d'intervention didactique

2.4 L'action de l'enseignant sur le répertoire de schèmes de l'élève

La conceptualisation est au cœur de l'activité cognitive (Vergnaud, 1996). Pour autant, l'activité cognitive ne se réduit pas à sa composante conceptuelle : reconnaître un problème ne suffit pas à le résoudre. Le sujet doit être capable de décider de la tâche (ou des tâches) à réaliser pour résoudre le problème ; de disposer des moyens de réaliser cette tâche (c'est-à-dire d'atteindre le ou les buts qu'il s'est fixés dans les conditions particulières de la situation) ; de contrôler la validité de la solution trouvée. Le concept de schème intègre ces différentes composantes dans un tout organisé en système⁸.

La définition analytique du schème permet de distinguer la nature des actes en fonction de leur effet supposé sur l'une ou l'autre composante de l'activité de l'élève. Cette distinction est importante. Elle invite notamment à repérer les éléments privilégiés par l'enseignant et/ou d'en

⁸ Vergnaud définit le concept de schème en ces termes : « En affinant, progressivement la définition d'un schème, je dirai d'abord que (1) c'est une totalité dynamique fonctionnelle, c'est-à-dire quelque chose qui fonctionne comme une unité ; en second lieu que (2) c'est une organisation invariante de l'activité⁸ pour une classe de situations données (l'algorithme est un cas particulier du schème) ; et en troisième lieu (3) qu'un schème est composé de quatre catégories d'éléments : des buts, intentions et anticipations ; des règles d'action, de prise d'information et de contrôle⁸ ; des invariants opératoires ; des possibilités d'inférences en situation ». (Vergnaud, 1994, p284))

évaluer l'absence éventuelle. Julo (1996) montre, à ce propos, que l'une des spécificités de l'enseignement à des élèves en difficulté est d'en rester au niveau de la composante à proprement parler opératoire de l'activité (c'est-à-dire la mise en œuvre de règles d'action), alors que la principale difficulté rencontrée par ces élèves, en situation de résolution de problèmes mathématiques, réside dans une incapacité à se représenter les exigences de la tâche. Face à certains publics, l'aide à la sélection des informations pertinentes devient alors une compétence critique de l'activité de l'enseignant.

Paour insiste, quant à lui, sur le besoin d'étayer les opérations de contrôle permettant le maintien du niveau d'exigence de la tâche. Dans le cadre d'une activité autonome, l'élève doit en effet maintenir un niveau d'exigence suffisant pour pouvoir dépasser l'immédiateté de la réponse. Or les élèves les plus en difficulté présentent justement *un degré d'exigence interne faible*⁹ : « *Alors que les enfants brillants se contraignent à donner une réponse pertinente, pour les retardés et les " moyens ", l'essentiel semble être de répondre. C'est d'ailleurs un fait d'observation courante que les retardés mentaux et les élèves en échec scolaire ont généralement une attitude très peu critique vis-à-vis de leurs réponses* ». (Paour, 1988).

2.5 Le lien situation/schème

L'action sur l'une ou l'autre composante du schème de l'élève est médiatisée par la situation didactique choisie. Vergnaud (1994) distingue deux catégories de situations : des situations dites « de résolution de problème », pour lesquelles le sujet ne dispose pas de schèmes adaptés et des situations « d'exercice » de schèmes existants¹⁰. Nous parlerons, pour notre part, de situation de *découverte* ou de situation de *réinvestissement*.

2.5.1 Les situations de réinvestissement

Trois types de projets rendent compte, selon nous, des situations dites « de réinvestissement » (par opposition aux situations « de découverte ») :

- *Automatiser un schème* : le projet de l'enseignant est d'inciter les élèves à exercer un schème particulier. C'est l'idée d'*entraînement*.
- *Accroître la portée des schèmes* en introduisant un peu de variété à la marge des situations connues. C'est l'idée d'*élargissement*.
- *Affiner l'efficacité des schèmes* en privilégiant l'étude de sous-classes de situation. C'est l'idée d'*approfondissement*.

⁹ Selon Paour " *Le degré d'exigence influence l'ensemble des étapes de la résolution [...] et conditionne son arrêt (exigence de cohérence et de non-contradiction, degré de satisfaction)* " (Paour, 1988, p 200). Nous faisons ici référence à l'hypothèse du sous-fonctionnement cognitif développé par Paour (1988) dans ses travaux sur les retardés mentaux. Relatant la réalisation d'une tâche de classification où il était demandé aux sujets de trouver toute une série de nouveaux classements, l'auteur remarque que les élèves le plus en difficulté répondent en proposant des classements déjà effectués là où les autres affirment ne pas pouvoir en donner de nouveaux tant qu'ils n'en sont pas capables effectivement.

¹⁰ « *Le rôle de l'enseignant, c'est d'abord d'offrir des occasions d'exercer des schèmes existants, de mieux contrôler les opérations et les conditions, d'en automatiser certaines parties, et de développer des schèmes nouveaux, des conceptualisations et des règles d'actions nouvelles face à des buts et des tâches inhabituels* ». (Vergnaud, 1994)

L'élargissement et l'approfondissement de l'efficacité des schèmes relèvent d'un processus d'apprentissage par adaptation au même titre que la découverte de nouveaux schèmes bien qu'il s'agisse d'accommodations beaucoup plus locales. Le jeu des variables didactiques représente alors un ressort important des situations de réinvestissement.

L'analyse des compétences professionnelles doit prendre en compte cet aspect critique de l'activité de l'enseignant : il est sans doute plus difficile d'organiser des situations de réinvestissement qui répondent aux critères de l'apprentissage par adaptation. Face à certains publics, le défi est encore plus grand car l'expérience de l'échec répété conduit le plus souvent les élèves à refuser de jouer le jeu de l'ignorance. Toute la difficulté de l'enseignement tient alors dans cette tension entre *déstabilisation* et *stabilisation* des connaissances : si l'enseignant ne parvient pas à déstabiliser les connaissances déjà-là, les élèves n'apprennent pas ; s'il les déstabilise trop, ils n'apprennent pas non plus ! L'apprentissage suppose des exercices, des répétitions avec cependant une variété suffisante pour que les élèves ne s'ennuient pas trop. C'est à cette exigence que doivent répondre les situations de réinvestissement.

2.5.2 Les situations d'action, de formulation et de validation

Brousseau distingue trois catégories de situations reposant respectivement sur les dialectiques de l'action, de la formulation et de la validation des connaissances (Brousseau, 1986). Chacune de ces dialectiques privilégie l'action sur l'une des deux formes de la connaissance : la dialectique de l'action agit principalement au niveau de la forme opératoire (le répertoire de schèmes) alors que les dialectiques de la formulation et de la validation visent le développement de la forme prédicative de la connaissance (les énoncés et conceptions)¹¹. Nous comprenons ces dialectiques comme autant de catégories d'action sur les systèmes d'invariants opératoires ou sur la composante conceptuelle de l'activité. Ainsi,

- *Les situations d'action* sont l'occasion de développer des invariants *opératoires*, c'est-à-dire des invariants *permettant de résoudre le problème posé*. Ces invariants peuvent rester totalement implicites à moins que la résolution du problème ne s'accompagne de commentaires et/ou de demandes de verbalisation des opérations de pensée ;
- *Les situations de formulation* donnent un nouveau statut aux invariants opératoires. D'implicites, ils deviennent explicites et communicables. Dans la théorie des situations, la formulation des connaissances mobilisées dans l'action ne s'arrête pas, en effet, à la seule mise en mots : des exigences de communicabilité sont également requises. La dialectique de la formulation va par conséquent plus loin que la seule prise de conscience : le sujet peut avoir compris le comment et le pourquoi de ses actions (statut explicite des connaissances) sans pour autant être capable de les communiquer à autrui (statut social des connaissances). Le « réussir et comprendre » de Piaget (1974a, 1974b) est enrichi par le caractère social de l'apprentissage et du développement ;
- *Les situations de validation* permettent encore d'affiner la formulation des connaissances : la confrontation de points de vue différents, voire contradictoires, amène les élèves à développer des arguments pertinents pour convaincre. Elle les conduit également à s'intéresser à d'autres perspectives sur la résolution du problème. Nous reconnaissons là les phénomènes de décentration mis en évidence dans la théorie piagétienne.

¹¹ En référence à la théorie de la représentation proposée par Vergnaud qui distingue les deux formes de la connaissance *opératoire* et *prédicative*.

Enfin, l'imbrication des milieux de l'action, de la formulation et de la validation concourt à l'institutionnalisation d'un savoir mathématique. L'action de l'enseignant vise alors à articuler les productions du système didactique (c'est-à-dire les énoncés sur lesquels les élèves se sont mis d'accord) avec la Culture mathématique. L'action de l'enseignant sur le répertoire de schèmes doit, en conséquence, être appréhendée au-delà de la seule confrontation des élèves à une situation particulière (cf. supra le niveau 4 d'intervention didactique).

3. Les conditions de l'analyse du travail de l'enseignant

3.1 La notion de *tâche redéfinie* en référence au modèle « *tâche-activité* »

Rogalski (2000) appréhende l'activité de l'enseignant comme « *la gestion d'un environnement dynamique particulier : le rapport de l'élève au savoir mathématique* ». Le modèle qu'elle propose, en référence aux propositions de Leplat (1997), met en relation trois types d'acteurs : les prescripteurs, les enseignants et les élèves (document 3)¹².

Les prescripteurs peuvent être les rédacteurs des programmes et instructions officielles, les membres des communautés scientifiques travaillant sur le système éducatif et les responsables politiques. Selon ce modèle, l'activité de l'enseignant comporte une double contrainte : le contrat professionnel qui lie l'enseignant aux institutions et le contrat didactique, système d'attentes réciproques entre les élèves et l'enseignant.

PRESCRIPTEUR	TACHE ATTENDUE (par la noosphère, prescripteur latent)
	TACHE PRESCRITE (par l'institution, dans les textes officiels)
ENSEIGNANTS contrat professionnel entre prescripteurs et enseignants	TACHE REDEFINIE (par l'enseignant)
	TACHE REALISEE (effective)
	ACTIVITE DE L'ENSEIGNANT (observables et inférences)
ELEVES contrat didactique entre l'enseignant et l'élève	TACHE ATTENDUE DE L'ELEVE par l'enseignant (mise en œuvre de certains savoirs)
	TACHE PRESCRITE A L'ELEVE (consigne donnée)
	TACHE REDEFINIE (par l'élève)
	TACHE REALISEE (par l'élève)
	ACTIVITE DE L'ELEVE de l'ordre des observables pour l'enseignant ou à inférer par l'enseignant

Document 3 : Modèle d'analyse de l'activité de l'enseignant d'après Rogalski (2000)

¹² Notons la référence d'un article paru dans la revue RDM fin 2003, qui précise les propositions de l'auteur exposées ci-dessus : Rogalski, 2003, Y a-t-il un pilote dans la classe ? Une analyse de l'activité de l'enseignant comme gestion d'un environnement dynamique ouvert. *Recherche en Didactique des Mathématiques*, Vol.23, n°3, pp. 343-388.

Lorsque le public est reconnu en difficulté, l'institution prescrit explicitement une aide individualisée aux élèves. Mais comme le défend Clot (1999), une référence à la tâche et à la compétence prescrites est insuffisante car elle n'est pas sensible aux dimensions subjectives de l'activité. Si la tâche redéfinie par le sujet comprend bien une interprétation des attentes du prescripteur, cette redéfinition par le sujet se fait également en fonction de ses intérêts et priorités personnelles et corporatistes.

C'est à travers la situation didactique créée par l'enseignant que le chercheur a accès à la tâche redéfinie. L'analyste du travail doit donc utiliser une méthodologie qui lui permette de dégager les « ingrédients » de cette situation didactique.

3.2 Les notions de *dimension sensible* et de *compétence critique*

L'enseignant définit une situation qu'il juge a priori adaptée aux caractéristiques des élèves de sa classe et du savoir, enjeu de l'apprentissage. Autrement dit, le projet et les conditions de sa mise en œuvre concourent normalement au développement des connaissances visées. Mais il s'agit là d'une définition idéale de l'activité professionnelle. En réalité, l'enseignant ne maîtrise pas toutes les conséquences du choix de la mise en scène. Des contradictions internes au projet, une mauvaise représentation des capacités réelles des élèves, une posture inadaptée représentent autant d'obstacles auxquels l'enseignant aura à faire face in situ. A quelles conditions l'activité de tutelle pourra-t-elle être menée à bien ? Pour répondre à cette question, le chercheur doit mettre à jour les systèmes de contraintes qui peuvent entraver une tutelle de bonne qualité. Ce sont ces systèmes de contraintes que l'on appellera « *dimensions sensibles* » du protocole. Une mise en scène qui privilégie la gestion collective d'un groupe très hétérogène ou, au contraire, une individualisation sans retour au groupe représentent, à ce titre, des dimensions sensibles de l'activité de tutelle. Deux cas peuvent être envisagés : 1) la mise en scène imaginée par le professeur semble favorable à l'apprentissage des élèves selon les critères théoriques retenus. Mais il semble que les caractéristiques des publics puissent mettre à mal le projet du professeur. La question de recherche devient alors *la caractérisation de l'activité de tutelle à déployer pour mener à bien ce projet* ; 2) la mise en scène imaginée par le professeur est conforme à une pratique privilégiée dans une institution scolaire donnée et/ou par son groupe professionnel d'appartenance. La question de recherche devient alors *l'examen de la validité de ces pratiques en rapport à la contingence et à la qualité de l'apprentissage*.

L'analyse des pratiques porte avant tout sur les réponses apportées in situ par les enseignants pour maintenir les conditions de l'apprentissage et non sur le choix a priori d'une mise en scène didactique. L'activité de tutelle est alors appréhendée dans sa dimension *critique* et la compétence professionnelle étudiée dans un rapport de nécessité : qu'est-ce que la situation exige comme compétences chez l'enseignant pour permettre l'apprentissage de tous les élèves ? La notion de *dimension sensible* réalise l'articulation nécessaire entre des exigences « théoriques » (théorie de la bonne tutelle) et des exigences « pratiques » (adaptation aux conditions d'exercice du métier).

L'observation de certaines conduites « qui font la différence » - celles qui consistent à laisser les enfants s'exprimer, les aider à le faire et obtenir qu'ils le fassent de manière constructive, par exemple - incite souvent les formateurs à évaluer positivement des pratiques professionnelles. Or, rien ne prouve que les conduites mises en œuvre aboutissent, in fine, au progrès cognitif attendu. Le risque est alors de confondre l'apprentissage et les moyens de l'obtenir. S'il est vrai que faire parler les élèves, animer un débat scientifique, organiser un travail de groupe sont autant

de moyens de favoriser l'activité cognitive des élèves, les produits intermédiaires obtenus tels la formulation des procédures, la confrontation des points de vue, la coopération entre élèves ne doivent pas être confondus avec le produit lui-même défini en termes de savoir.

Est expert, celui qui parvient à maintenir les conditions de l'apprentissage dans n'importe quelle situation. La nécessité de répondre à certaines exigences des publics les plus en difficulté peut en particulier restreindre la marge de manœuvre des enseignants. Mais l'expérience professionnelle de l'enseignant et sa connaissance des publics enseignés lui permettent quelquefois de faire preuve d'un certain génie didactique (Mercier, 2001). Nous désignons donc comme *critique* la compétence de l'enseignant qui parvient à adapter sa conduite à un système de contraintes qui resteraient contradictoires pour une autre personne. Ce faisant, il maintient l'exigence d'apprentissage de la situation mise en œuvre.

4. Une méthodologie particulière

Notre échantillon comporte trois CLIPA, deux 4^{ème} technologiques et cinq classes de l'école élémentaire. Huit enseignants au total ont participé à notre recherche. Deux d'entre eux ont été suivis sur deux années consécutives. Certains enseignants sont stagiaires alors que d'autres ont plus ou moins d'ancienneté dans le poste.

Nous avons demandé aux enseignants d'utiliser une même tâche de désignation de fractions¹³ afin de créer¹⁴ une ou plusieurs situations didactiques adaptées à *leurs* élèves. La ressource proposée est relativement brute. Un seul aspect du concept est travaillé : la fraction comme représentante d'une relation Partie/Tout. Aucune analyse en termes de « variables didactiques » n'est fournie aux enseignants. Il leur revient donc de dégager des savoirs, enjeux d'apprentissage pour leurs élèves, étant donné des programmations spécifiques.

La référence aux trois niveaux de scolarité nous a permis de questionner l'importance du statut du savoir dans la tutelle exercée. En effet, les élèves des classes retenues pour notre recherche sont également différenciables par la nouveauté ou l'usure de l'objet de savoir. Alors que le travail sur les fractions est nouveau en CM2, les professeurs de mathématiques de 4^{ème} technologique et de CLIPA ont à gérer du « déjà vu ».

La situation didactique conçue est alors définie comme la résultante de différentes influences : la demande institutionnelle, la connaissance particulière des élèves, les pratiques caractéristiques d'un groupe professionnel donné, la formation suivie et l'expérience personnelle.

Les séances dans les classes ont été filmées puis transcrites intégralement.

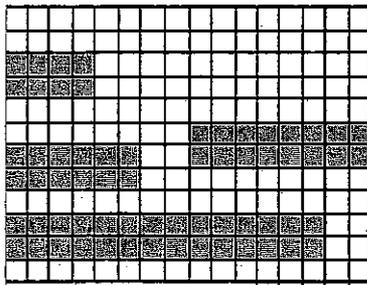
¹³ Bien que l'apprentissage des fractions ait fait l'objet de nombreux travaux en didactique des mathématiques, la ressource fournie n'est pas une ingénierie didactique. Nous avons choisi, pour notre part, de fournir aux enseignants une tâche assez « classique » afin de ne pas trop déstabiliser les pratiques existantes.

¹⁴ L'enseignant *crée* une situation didactique pour *ses* élèves. Pour cela, il utilise généralement les ressources mises à sa disposition. Nous touchons là un point clé dans la formation des enseignants : comment les enseignants utilisent-ils les ressources mises à leur disposition ? Ils sont les seuls à pouvoir juger d'un certain nombre d'éléments parce qu'ils ont un suivi au jour le jour des élèves, qu'ils savent que tel ou tel va rencontrer un obstacle. Même si les enseignants ont à leur disposition des ressources, ce sont toujours, en définitive, eux qui les choisissent et qui les adaptent.

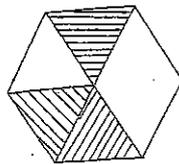
4.1 Une même ressource fournie aux enseignants

La ressource fournie aux enseignants comporte trente-six items.

Voici quelques exemples d'items:

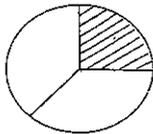


Item 1 : $1/3$



Item 3 : $1/2$

Item 8 :



Item 15 : $1/4$



Item 22 : $1/4$



Item 25 : $1/4$

Document 1 : Quelques items extraits de la ressource fournie aux enseignants

La tâche de base suggérée par le chercheur consiste à exprimer la partie hachurée de chaque figure par une fraction irréductible (document 4). Les figures sont variées. L'unité de partage de la figure peut être donnée, seulement suggérée ou doit être trouvée par l'élève. La fraction obtenue peut nécessiter une simplification. Par le jeu des variables introduites, cette tâche offre la possibilité d'exercer un grand nombre de procédures de reconnaissance de fractions. Notre idée était alors d'assurer, au moins en partie, la confrontation des élèves à un problème mathématique.

4.2 L'analyse a priori des projets didactiques

Chaque situation créée par les enseignants à partir de la ressource fournie a été analysée en répondant aux trois questions suivantes : 1/ Quel est le projet didactique de l'enseignant en termes de tâches prescrites et de compétences attendues ? 2/ Quelles sont les ressources et les contraintes de l'activité des élèves ? 3/ Quelles sont les ressources et les contraintes de l'activité du professeur ?

Les projets didactiques élaborés par les enseignants sont très variés et permettent d'observer l'ancrage institutionnel des pratiques. En effet, certaines caractéristiques des situations choisies

mettent en évidence l'assujettissement de l'enseignant à une institution donnée. Par exemple, les formateurs en CLIPA n'apportent aucune modification à la ressource fournie et organisent une résolution individuelle de la totalité des items dans l'ordre de numérotation de ceux-ci¹. La tâche prescrite aux élèves correspond à l'application d'un algorithme déclaré en début de séance. En 4^{ème} technologique, les professeurs de mathématiques réalisent une fiche d'activité qui témoigne d'une prise en compte de variables didactiques : groupement d'items selon des critères de formes de la figure (segments, disques, quadrillages) et/ou des degrés de difficulté (lecture directe de la fraction représentée / figure prototypique, indices de partage incomplets, indices incohérents²). La réalisation de la tâche prescrite est orchestrée par l'enseignant qui rythme l'activité du groupe classe selon un schéma récurrent (résolution individuelle d'un item, formulation et validation collectives, phases d'institutionnalisation). Seuls les enseignants de CM2 prévoient une différenciation des items selon les élèves mais les motifs de ce choix diffèrent d'un enseignant à l'autre : ne donner que la moitié des items à résoudre afin de limiter le temps imparti à la réalisation de la tâche ou différencier les tâches de manière à adapter la difficulté au niveau des élèves de la classe. A l'école primaire, c'est l'organisation d'un travail de groupe qui est privilégiée. La synthèse collective est au service d'une correction des items ayant occasionnés le plus d'erreurs.

5. Les dimensions sensibles observées

Les exigences et la fragilité de l'enrôlement, le déficit de compétences langagières, la représentation de la compétence en termes de performance, fondent les principales dimensions sensibles de l'activité de tutelle auprès des élèves reconnus en difficulté.

5.1 Exigences et fragilité de l'enrôlement

Les observations réalisées en CLIPA et en 4^{ème} technologique laissent apparaître deux adaptations possibles au problème de l'enrôlement des élèves dans une activité mathématique.

DAN, formateur en CLIPA, fournit explicitement l'algorithme à appliquer pour résoudre les trente-six items. Ce geste d'ostension peut être considéré comme une réponse possible à l'obstacle de l'enrôlement. Il assure ainsi les conditions de l'entrée de tous les élèves dans une activité mais pas l'activité elle-même. Seule la rencontre avec les limites de validité de l'algorithme aurait permis d'assurer un progrès cognitif. Or DAN ne dispose ni des gestes de rupture appropriés ni d'une analyse de la tâche suffisante pour faire évoluer la situation au-delà de l'exécution de la tâche prescrite. L'activité de tutelle repose alors sur un jeu de faux-semblant : le professeur, croit répondre à un besoin cognitif alors qu'il ne fait que maintenir l'activité de l'élève qui se décharge de toute responsabilité en se contentant d'appliquer l'algorithme.

JEM réussit l'enrôlement de ses élèves de 4^{ème} Technologique sur la base d'une dynamique de classe. Il installe une routine qui engage les élèves dans une activité maîtrisée avant de créer la rupture. L'activité de tutelle s'appuie ici sur une analyse a priori de la ressource fournie : JEM

¹ Rappelons que l'ordre de numérotation des items de 1 à 36 est totalement aléatoire. Ainsi l'item n°1 est plus difficile que l'item n°25 (cf. document 4 ci-dessus).

² En référence aux travaux de Lesch et al (1983) qui soulignent l'impact des indices perceptuels sur la mobilisation des savoirs chez l'élève. Voir également Chvika-Mimran, 1999

assure l'émergence du problème. Mais la fragilité de l'enrôlement obtenu, sur la base d'une activité « évidente », handicape le maintien d'un niveau d'exigence à la hauteur de ses ambitions.

5.2 Un déficit de compétences langagières

JEM organise un débat collectif en installant une dynamique favorable à la confrontation d'arguments mathématiques C'est un objectif ambitieux qui vise la conceptualisation au-delà de l'action. Cependant, le professeur ne réussit pas à tirer profit des éléments présents dans le milieu. JEM se heurte aux déficits langagiers des élèves qui ont non seulement du mal à mettre en mots leur pensée mais de plus n'en voit pas forcément l'utilité. Leur représentation de l'activité attendue s'arrête à la production de la bonne réponse.

L'activité langagière attendue ne fait pas l'objet d'une tutelle spécifique: tout se passe comme si JEM s'en tenait à une participation des élèves sans plus exigence. Le besoin d'étayage de l'activité de formulation et d'argumentation des élèves reste ignoré.

Ce constat révèle un des paradoxes de la tutelle auprès d'élèves en difficulté : les élèves qui ont le plus besoin des interactions langagières pour développer leurs compétences (le langage est une aide à la pensée) sont ceux qui en bénéficient le moins quand elles existent faute de compétences suffisantes pour y participer.

Trois hypothèses peuvent être avancées pour expliquer nos observations : 1) JEM pense ses élèves incapables de faire mieux ; 2) JEM évalue le risque de perdre l'enrôlement des élèves si jamais il en venait à définir un niveau d'exigence trop élevé ; 3) JEM ne conçoit pas le rôle du langage dans une théorie cognitive qui relie l'exigence de production langagière à la transformation des connaissances (le langage est une aide à la pensée). Seule une observation longitudinale, sur un nombre important de séances, permettrait d'affiner ces « propositions tenues pour vraies sur le réel » (Vergnaud, 1985) que nous prêtons ici à JEM.

5.3 La représentation de la compétence en termes de performance

JUL attend de ses élèves de CM2 qu'ils résolvent, en groupe, le maximum d'items dans un temps limité : c'est un enjeu de performance. Il s'agit de *faire vite et juste* ! Dans la situation ainsi définie, l'existence d'interactions entre élèves repose sur *a*) le fait qu'aucun élève du groupe ne sache résoudre un item donné ; *b*) une demande explicite de tutelle entre pairs (un élève demande à son voisin de l'aider à résoudre un item donné) ; *c*) une redéfinition des rôles de chacun au sein du groupe (un élève est chargé de vérifier les réponses apportées par ses camarades). En cas de résolution individuelle d'une partie des items (organisation la plus fréquente), les élèves n'interagiront que si l'un d'entre eux reconnaît les limites de sa propre compétence.

Dans tous les cas, les enjeux de formulation et de validation sont soumis aux aléas de la répartition des élèves dans les groupes et restent à la seule initiative des élèves. De plus, l'enjeu de performance dans un temps limité n'invite pas les élèves à « perdre du temps » à expliquer aux autres ce qu'il conviendrait de faire et encore moins les raisons de le faire. Aussi, l'activité attendue n'est-elle pas clairement définissable au-delà de la seule réalisation de la tâche.

Plus généralement, les enseignants observés ne montrent pas de gestes d'étayage de l'activité de formulation et d'argumentation. L'activité des élèves n'est orientée que vers la réussite, la conceptualisation sous-jacente restant le plus souvent à leur charge. Le rôle du langage dans le développement des connaissances et l'accès à la Culture mathématique ne sont pas appréhendés.

Ce constat nous a conduit à poursuivre nos travaux de recherche sur les modalités de formation propres à développer chez les enseignants des compétences spécifiques d'étayage de l'activité langagière auprès de ces publics³.

6. Nos perspectives de recherche

Les dimensions sensibles étudiées sont autant de catégories de lecture du réel au service de la description, de la compréhension et de l'amélioration des compétences professionnelles des enseignants. Avec Maryvonne Merri, nous retenons deux questions fondamentales, objets de recherches en cours : 1/- Quelles sont les conditions de l'engagement des élèves, reconnus en grande difficulté par le système scolaire, dans une activité de résolution de problème mathématique ? Notre projet est de penser l'articulation des concepts *d' enrôlement* et de *dévolution* ; 2/- Comment développer les compétences langagières des élèves pour permettre au langage de jouer son rôle d'aide à la conceptualisation ?

Depuis septembre 2003, nous étudions plus particulièrement les fonctions des interactions langagières dans l'activité de résolution de problèmes de mathématiques et plus particulièrement l'importance du langage dans l'accompagnement de la pensée de l'élève et la conceptualisation, ainsi que les conditions du développement, chez le professeur de mathématiques, des gestes d'étayage de l'activité de formulation des élèves en grande difficulté scolaire. Notre projet est de remédier au déficit d'organisation et d'étayage des activités langagières des élèves mis en évidence par nos observations antérieures.

Nous cherchons notamment des réponses aux questions suivantes : a) le langage accompagne-t-il l'activité de pensée de ces élèves ? b) quelles sont les fonctions du langage que nous pouvons distinguer en relation avec une théorie de l'activité cognitive en situation de résolution de problèmes ? c) quels dispositifs didactiques pourrions-nous concevoir ? d) comment pouvons-nous développer chez les enseignants de mathématiques des gestes d'aide à la formulation des objets mathématiques par les élèves ?

7. Références bibliographiques

- Brousseau G. (1986), Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherche en Didactique des Mathématiques*. 7(2), 33-115.
- Bruner J.S. (1983), Le rôle des interactions de tutelle dans la résolution de problèmes. In *Le développement de l'enfant savoir faire savoir dire*. Paris : PUF. 261-280.
- Clot Y. (1999), *La fonction psychologique du travail*. Paris : PUF.
- Julo J. (1995), *Représentation des problèmes et réussite en mathématique. Un apport de la psychologie à l'enseignement* ; Presses Universitaires de Rennes.
- Leplat J. (1997), *Regard sur l'activité en situation de travail. Contribution à la psychologie ergonomique*, Paris : PUF.

³ Ce travail est mené, avec Maryvonne Merri, au sein de l'Unité Propre de l'ENFA « Professionnalité des enseignants du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche.

- Mercier A., Lemoyne G., Rouchier, A., (Eds), (2001), *Le génie didactique. Usages et mésugages des théories de l'enseignement*. Bruxelles : De Boeck Université.
- Paour J-L. (1988), Retard mental et aides cognitives, In J-P. Caverni, *Psychologie cognitive, modèles et méthodes*, P.U.G.
- Pastré P. (1992), *Essai pour introduire le concept de didactique professionnelle. Rôle de la conceptualisation dans la conduite de machines automatisées*. Thèse de doctorat, Université Paris V
- Piaget J. (1974a), *La prise de conscience*, Paris : PUF
- Piaget J. (1974b), *Réussir et Comprendre*, Paris : PUF
- Rogalski J. (2000), Y a-t-il un pilote dans la classe ? Approche de psychologie ergonomique de l'activité de l'enseignant. Communication au *Séminaire National de Didactique des mathématiques*, Paris, Mars 2000
- Rogoff B. 1990, *Apprenticeship in thinking. Cognitive Development in Social Context*, Oxford University Press.
- Vannier-Benmostapha M.P. (2002), *Dimensions sensibles des situations de tutelle et analyse du travail de l'enseignant de mathématiques. Etude de cas dans trois institutions scolaires en CLIPA, 4^{ème} Technologique agricole et CM2*. Thèse de Doctorat en Sciences de l'Education, Université Paris V –René Descartes.
- Vergnaud G.(1985), Concepts et Schèmes dans une théorie opératoire de la représentation, *Psychologie Française*, 30-3, 245-252.
- Vergnaud G. (1990), La théorie des champs conceptuels. *Recherches en didactique des mathématiques*. 10 (2/3), 133-170.
- Vergnaud G. (1994), Le rôle de l'enseignant à la lumière des concepts de schème et de champ conceptuel. In M. Artigue, R. Gras, C. Laborde P. Tavinot, (eds), *20 ans de didactique des mathématiques en France. Hommage à Guy Brousseau et Gérard Vergnaud*. Grenoble : La pensée Sauvage, 177-191.
- Vergnaud G. (1996), Au fond de l'action, la conceptualisation. In Barbier J.M. (dir) *Savoirs théoriques et savoirs d'action*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Wood D. (1989), Social Interaction as Tutoring. In Bornstein M.M. & Bruner J.S. (eds), *Interaction in human development* (pp 54-80). Hillsdale (N.J.) : Lawrence Erlbaum Associates.
- Wood, D., Bruner J.S., Ross G. (1976), The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology & Psychiatry*. 17, 89-100.