

THEORIE DE L'ACTIVITE ET DIDACTIQUE, POUR L'ANALYSE CONJOINTE DES ACTIVITES DE L'ENSEIGNANT ET DE L'ELEVE

Janine Rogalski¹

Laboratoire Cognition Humaine et Artificielle (CHArt) Université-Paris-Saint-Denis

RESUME

On présente une « double approche » articulant théorie de l'activité et didactique pour l'analyse de l'articulation des activités de l'enseignant et de l'élève, pour l'étude des processus d'enseignement/apprentissage. On situe l'enseignant dans le système de déterminants de l'activité de l'élève, et l'élève dans celui relatif à l'enseignant, en s'appuyant sur un modèle de double régulation de l'activité (Leplat, 1997), qui présente une dimension développementale. Sur l'exemple des mathématiques, on analyse l'enseignement comme gestion d'un environnement dynamique, à savoir le rapport dynamique élève / contenu enseigné. Les modes d'action de l'enseignant en classe sont étudiés en articulant deux points de vue. Une perspective « cognitive » concerne l'organisation des tâches prescrites à l'élève (un « itinéraire cognitif ») et les apprentissages qui peuvent en découler – elle fait fortement appel à la didactique ; une perspective « médiative » s'intéresse à l'action directe de l'enseignant sur l'activité de l'élève, en s'appuyant sur l'étude des interventions langagières (Chappet-Pariès, Robert & Rogalski, 2008). On relève la multiplicité des « points d'action » de l'enseignant sur la dynamique de l'activité de l'élève, les tensions possibles, les « heurs et malheurs » de l'articulation des activités respectives de l'enseignant et de l'élève. On introduit la dimension développementale dans la double approche, dont l'étude pour l'élève appelle les cadres de didactique des mathématiques et de psychologie cognitive, et celle pour l'enseignant les cadres de la didactique professionnelle et de psychologie ergonomique. L'exploitation de ces analyses pour la formation des enseignants n'est pas développée ; cependant la mise en regard des points d'action possibles de l'enseignant et des déterminants éventuellement en tension de l'activité et de l'apprentissage de l'élève dans le

¹ Directeur de recherche CNRS honoraire Laboratoire de Didactique André Revuz (LDAR) Université Paris Diderot
Laboratoire Cognition Humaine et Artificielle (CHArt) Université-Paris-Saint-Denis
e-mail : rogalskij@univ-paris8.fr et rogalski.muret@gmail.com

contexte d'une classe indique des « points critiques » de la formation professionnelle.

Mots clés: activité de l'enseignant, apprentissage des élèves, double régulation de l'activité, itinéraire cognitif, médiation, articulation des activités enseignant / élève.

ABSTRACT

We present a “double approach” based on both theoretical and didactic activity to analyse joint activities with teacher and students, to study the processes teaching / learning. When situating the teacher in a system of determinants of the student's activity, and the student in a system related to the teacher, we are based in a double activity regulation model (Leplat, 1997) that has a developmental dimension. In the example of mathematics, we analyse the teaching as managing a dynamic environment, meaning the dynamic relation student / taught content. Teacher's ways of action in classrooms are studied in articulation with two points of view. A “cognitive” perspective, regarding to the organization of tasks presented to students (a “cognitive itinerary”) and the learning that can result from them – it has a strong didactic appeal; a “mediated” perspective, interested in the teacher's direct action in the student's activity, based in the study of intervention of language (Chappet-Pariès, Robert & Rogalski, 2008). There are various “points of action” for the teacher regarding the dynamic of student's activities, possible tensions, “highs and lows” of the articulation of activities respectively from teacher and student. We have introduced the development dimension in the double approach, hence the study in the part of the student appeals to the frames of didactics of mathematics and cognitive psychology, and to the teacher the frames of professional didactics and ergonomic psychology. The analysis was not explored to the teacher education, however confronting possible points of action of the teacher and of the determinants eventually in tension of the activity and of student's learning in the context of a classroom indicate the “critic points” of professional formation.

Keywords: Teaching activities, students' learning, double regulation of activity, cognitive itinerary, mediation, articulation of activities teacher / student.

1. INTRODUCTION²

La « double approche » articulant théorie de l'activité et didactique a été développée en collaboration avec Aline Robert dans le domaine de l'enseignement / apprentissage des mathématiques (Robert & Rogalski, 2002). Une première visée était de prendre en compte la dimension personnelle des pratiques de l'enseignant, dans et hors de la classe (Robert, 2001). Il s'agissait aussi de faire entrer dans l'étude des interactions en classe, et de la pratique sur le long terme, des déterminants autres que les savoirs de l'enseignant – savoirs particulièrement analysés par ailleurs par Schoenfeld dans l'activité de l'enseignant en classe (Schoenfeld, 1998).

Dans le contexte des recherches en France, une telle approche s'est différenciée de celles engagées en didactique des mathématiques, qui considèrent enseignant (et élève) comme un sous-système du système didactique, dans le « triangle didactique » classique Savoir / Enseignant / Élève (Brousseau, 1995, 2008 ; Chevallard, 1997, 1999 ; Margolinas, 1992 ; Sensevy et al., 2007). L'interrogation sur les pratiques individuelles a été également motivée par la problématique de leur développement professionnel et de leur formation (Robert, 2001, 2005 ; Perrin-Glorian, DeBlois, & Robert, 2007). Cela a conduit à faire référence au modèle de double régulation de l'activité (Leplat, 2007 ; Rogalski, 2003, 2008), qui prend en compte d'une part une double détermination de l'activité de l'enseignant (par des propriétés situationnelles et des propriétés personnelles – dont ses savoirs – et d'autre part la dimension développementale sur le temps long de la vie professionnelle, résultant de processus adaptatifs de régulation.

La stabilité des pratiques d'un enseignant et les (éventuelles) différences entre enseignants ont été étudiées dans cette approche, en particulier en mathématiques sur un contenu particulier : la multiplication des décimaux, en première année d'enseignement secondaire (Roditi, 2003). Goigoux a mis en œuvre une approche voisine dans le domaine de l'enseignement du français, langue première et langue d'enseignement (Goigoux, 2007).

² Cet article est issu d'une conférence donnée à l'UNIBAN (São Paulo) comme professeur visitant extérieur (PVE) dans le cadre de la CAPES.

Le point de vue de l'activité de l'enseignant comme un professionnel particulier a été spécifié en considérant l'enseignant comme gérant un environnement dynamique (Rogalski, 2003). Le but en a été de reprendre à propos de l'activité particulière de l'enseignant de mathématiques, des questions qui s'y posent de manière générale. Il s'agit, en particulier, des processus d'évaluation (diagnostic / pronostic), la relation entre la préparation du scénario et son déroulement en temps réel en classe (anticipation / adaptation), ou le traitement des « incidents » (une entrée retenue par Roditi, 2003). Une analyse des modes possibles d'action de l'enseignant permet par ailleurs de prendre en compte dans l'analyse la diversité des situations « courantes » de classe, depuis le cours (dit « magistral ») jusqu'au débat scientifique (Legrand, 1993, 2009).

Un prolongement de cette approche concerne la relation enseignement / apprentissage lors de la mise en fonctionnement de connaissances déjà introduites. Les séances d'exercices où l'élève est mis face-à-face à des tâches dont la dimension problématique est variable constituent une entrée privilégiée. En effet, comme Brousseau dans la TSD (Brousseau, 1998), on se place dans une perspective constructiviste où l'apprentissage de l'élève est lié à l'activité qu'il déploie dans la résolution de problèmes (ou dans la mise en acte de procédures quand on en vise la routine). Une diversité de mises en œuvre est présentée dans l'ouvrage collectif « *La classe de mathématiques. Activités d'élèves et pratiques d'enseignants* » (Vandebrouck, 2008).

La double approche de théorie de l'activité et de didactique s'est ainsi développée doublement, pour l'activité de l'enseignant et pour celle de l'élève, ce qui permet de mettre en lumière la manière dont elles sont articulées dans un cadre cohérent. Par ailleurs, les cadres constructivistes de Piaget et de Vygotsky, et la théorie des champs conceptuels de Vergnaud (1990, 2009), sont convoqués pour traiter de la perspective développementale, implicitement présente dans le modèle de double régulation de l'activité.

Nous allons successivement reprendre les questions auxquelles on cherche à répondre, avant de présenter les cadres qui sont mis en œuvre dans des analyses « croisées » selon la didactique et la théorie de l'activité. Le cadre didactique est essentiel pour analyser les tâches mathématiques données aux élèves, situer d'un

point de vue épistémologique les mathématiques que l'enseignant fait fréquenter aux élèves, les activités potentielles des élèves qu'on peut en attendre, et les apprentissages qui sont induits. Nous détaillerons davantage l'apport de la théorie de l'activité à laquelle nous nous référons, issue de Leontiev dans la lignée du cadre théorique de Vygotsky (Kozulin, 2002), théorie reprise dans les travaux de psychologie ergonomique en France, dont Leplat a été l'initiateur (Leplat, 1997 ; Silva, 2006).

2. LA THEORIE DE L'ACTIVITE DANS LA « DOUBLE APPROCHE »

On se focalise ici sur l'activité proprement didactique de l'enseignant, en la contextualisation aux mathématiques. On cherche à rendre compte de l'individualité des pratiques enseignantes et de leurs déterminants et à situer les apprentissages des élèves en regard de l'activité enseignante. La visée est double : identifier les "marges de liberté" des changements possibles de pratiques, et en tirer les implications en termes de ressources et de formation des enseignants.

La "double approche" croise les cadres de didactique des mathématiques, et ceux de psychologie de l'activité. L'épistémologie, les notions d'organisations mathématiques et de transposition didactique sont nécessaires à l'analyse du contenu enseigné ; les acquis de la didactique contribuent à l'analyse des relations entre situations didactiques et activités potentielles des élèves, en intégrant les effets de contrat.

Du point de vue de la théorie de l'activité, la distinction centrale introduite par Léontiev entre "tâche" et "activité" permet une double analyse : du côté de "objet de l'action" et du côté du "sujet de l'action (acteur)". La tâche est "un but à atteindre sous certaines conditions". Par exemple : apprendre aux élèves à utiliser des fonctions pour modéliser des situations "quotidiennes". L'activité est "tout ce que fait, dit, pense, mais aussi s'empêche de faire" le sujet ; elle n'est pas limitée à l'exécution de la tâche.

Le modèle de double régulation de l'activité développé par Leplat reflète le fait que la dynamique de l'activité, d'une part, relève de déterminants extérieurs au sujet

et de déterminants relevant du sujet, et d'autre part, qu'elle produit des effets des deux points de vue, modifiant ainsi les nouvelles conditions de l'action, dont le sujet lui-même. Ce modèle est pertinent pour analyser l'activité de l'enseignant comme celle de l'élève, et en montre l'articulation.

Ce modèle s'intègre à une approche développementale de l'activité, dans laquelle on peut croiser le cadre de l'épistémologie génétique de Piaget et le cadre du socio-constructivisme de Vygotsky, aussi bien en ce qui concerne l'élève et les apprentissages qui contribuent à son développement, qu'en ce qui concerne le développement des compétences professionnelles de l'enseignant.

2.2. Les déterminants de l'activité de l'enseignant : situation et sujet lui-même

Un premier ensemble de déterminants relèvent de la situation d'action de l'enseignant. Tout d'abord, il s'agit des tâches prescrites par l'institution scolaire : buts, ressources et contraintes, critères utilisés pour évaluer les formes de réalisation de la tâche, et du contrat professionnel, pour partie implicite, qui fixe les attentes réciproques de l'enseignant et de son institution. Ensuite, le réseau des communautés enseignantes et éducatives avec lequel l'enseignant interagit. Enfin, au plus près de son action, l'établissement et la classe où il enseigne, les élèves de cette classe.

On peut en donner quelques exemples : le "programme" de la classe de fin d'enseignement obligatoire est à suivre; les "épreuves d'évaluation" de la fin de cet enseignement exigent d'y préparer les élèves; il faut aussi adapter les attentes au niveau des élèves de la classe, voire à des élèves spécifiques.

Un autre ensemble de déterminants tiennent au sujet, acteur de ses actions. En relèvent: ses motifs pour enseigner les mathématiques, son système de valeurs et ses représentations vis-à-vis aussi bien sur le contenu qu'il enseigne que sur la place sociale de ce contenu; ses compétences, qui intègrent un ensemble de connaissances: connaissances en mathématiques, représentations sur les possibilités de travail mathématique avec ses élèves, connaissance des liens entre tâches et apprentissages; en relèvent aussi aussi les "routines" (les schèmes)

acquises par l'expérience, et Des "qualités" comme la résistance aux contraintes et aux conflits, la capacité à gérer ses émotions, et enfin son état physique et émotionnel du moment, font aussi partie des déterminants du côté du sujet. En fait, dans un dispositif d'enseignement face aux élèves, l'enseignant est à lui-même sa propre ressource.

Les déterminants "côté situation" et "côté sujet" n'influent pas de manière indépendante l'activité : comme tout professionnel, l'enseignant se positionne par rapport à sa situation de travail, il se donne un espace de liberté, gère les conflits éventuels de valeurs, peut chercher à transformer la prescription institutionnelle.

2.3. Les effets de l'activité de l'enseignant

Les effets de l'activité de l'enseignant portent en retour sur tous les déterminants de cette activité : sur la situation et sur lui-même. Les activités des élèves en réponse aux tâches que l'enseignant leur donne, et les apprentissages qu'il peut identifier sont au cœur des effets sur la situation. Ces éléments peuvent modifier les tâches prévues, conduire à la construction de ressources pour l'enseignant, dont fait partie son panel de tâches sur un thème.

Évidemment, les effets sur les élèves sont au cœur de l'activité de l'enseignant : il s'agit du « comportement » de la classe – du point de vue de l'enrôlement comme élèves ; du fait que « suffisamment » (ou pas) d'élèves travaillent ; que la classe « ne décroche pas ». Il s'agit aussi de la réussite des élèves : items réussis par chaque élève, niveau global d'une épreuve, et de leur apprentissage : une procédure au cours de la séance, un concept mathématique sur le plus long terme.

L'activité a un impact sur l'enseignant lui-même, avec des effets d'ordre cognitif. Ses connaissances et représentations sur la classe et les élèves peuvent être confirmées ou au contraire modifiées après une séance ou plusieurs séances de classe ou des évaluations. Son activité a aussi un effet sur ses connaissances de la viabilité et de l'efficacité des "procédés didactiques" qu'il a mis en oeuvre, ses choix didactiques. D'autres effets sont d'ordre affectifs: satisfaction, valorisation de son travail, ou au contraire sentiment d'échec. Ainsi, un maître débutant de

l'enseignement primaire (dans une classe élémentaire à plusieurs niveaux) exprime son insatisfaction: *“les élèves n'ont pas l'activité autonome et la dynamique dans la classe que je souhaiterais, mais je sais pas encore gérer autrement ma classe”* (Saujat, 2004). La fatigue, le stress sur le plus long terme touchent l'état de l'enseignant, la pression quant aux résultats qu'il obtient dans ses classes peut engendrer aussi bien un “burn out” – et un arrêt plus ou moins provisoire de son travail – que de la “résilience”, avec le maintien ou le renforcement de son engagement dans le métier.

L'activité peut d'ailleurs être orientée vers les effets sur soi-même, soit pour construire de nouvelles compétences “didactiques”, soit pour gérer ses émotions (Grandey, 2000), soit pour développer son inscription dans l'activité collective (Grangeat, Rogalski, Lima & Gray, 2009).

L'analyse que nous venons de présenter pour l'enseignant peut se transposer pour la double régulation de l'activité de l'élève. Déterminants et effets sont relatifs à ce qui fait la situation d'un élève dans et hors la classe (les attentes sociales et familiales y tiennent une place particulière, ainsi que les ressources que son environnement peut lui offrir), et à la nature des visées de son activité pour celui qui lui prescrit des tâches et pour lui-même. Nous insisterons ici sur la relation entre l'activité de l'enseignant et celle de l'élève.

2.4. Relation entre activité de l'enseignant et activité de l'élève

L'élève dans l'activité de l'enseignant

L'élève est évidemment un des déterminants forts de la situation, directement ou à travers les représentations qu'en a l'enseignant. Celles-ci influencent les contenus qu'il va présenter, les tâches qu'il prévoit en classe et en contrôle, l'adaptation des tâches qu'il va faire “en temps réel”; les décisions sur les contenus ultérieurs, en fonction des réalisations en classe et des évaluations des acquis ou obstacles des élèves. Par ailleurs, l'élève est objet même de l'action de l'enseignant, dans une dimension éducative (que nous n'analyserons pas ici) et dans une dimension didactique que nous développerons dans la suite. La manière dont il réagit ou anticipe cette action de l'enseignant influe sur cette dernière.

La prescription des « tâches élève » dans l'activité de l'enseignant

Les programmes et les matériels curriculaires (instructions, livres du maître) proposent des tâches pour l'élève: "activités" introductrices de notions, exercices, tests, mais laissent l'enseignant les choisir ou les adapter, souvent introduire des sous-tâches en cours de réalisation en classe. Il faut souligner ici une ambiguïté : dans le "discours scolaire", le terme "activité" renvoie à des tâches données aux élèves (en espérant qu'ils seront actifs en les réalisant), dans la théorie de l'activité, le terme "activité" est ce qui est accompli par l'élève (ce qu'il fait sur la tâche, dit, pense, s'empêche de faire, ... ou ce qu'il fait d'autre).

L'enseignant dans l'activité de l'élève

L'enseignant est le prescripteur principal de ses tâches à l'élève. Il intervient sur son comportement en général, et sur son activité mathématique en particulier, qu'il va "étayer". Il évalue l'effet de cette activité, de manière "formative" au cours des acquisitions, et de manière "normative" lors de bilans. Il est souvent celui qui évalue l'effet de l'activité de l'élève sur la tâche, directement ou indirectement, lors de phases de mise en commun, ou de correction au tableau. Il contribue à l'image que l'élève se forge de lui-même en mathématiques, image qui va en retour conditionner ses engagements dans la réalisation des tâches données par l'enseignant et dans son apprentissage.

3. COMMENT L'ACTION DE L'ENSEIGNANT DETERMINE-T-ELLE L'ACTIVITE DE L'ELEVE?

On va préciser d'abord l'objet de l'action de l'enseignant, présenter les modes d'action qui en découlent, et analyser le rôle de la médiation verbale de l'enseignant, comme mode d'action au cœur de l'articulation des activités de l'enseignant et des élèves dans la classe.

3.1. L'objet de l'action de l'enseignant

L'objet de l'action est le rapport élève/ contenu de l'enseignement ; ce rapport a une dynamique propre, et les actions de l'enseignant interagissent avec cette dynamique ; on peut ainsi rattacher l'action enseignante à la gestion d'un environnement dynamique, particulier puisque impliquant un autre acteur – l'élève.

Dans le cas des mathématiques, le contenu de l'enseignement s'identifie à un savoir, qui résulte d'une transposition multiple (Tavignot, 1995) entre le savoir d'une communauté de référence et le savoir que l'enseignant fait vivre en classe. Soulignons que tout au long de cet article nous parlerons de « savoir » non comme d'un « texte du savoir », mais comme de connaissances opérationnelles stabilisées, efficaces pour le traitement d'une variété de situations plus ou moins problématiques. De telles connaissances opérationnelles sont une partie centrale des compétences³ (Rogalski, 2007).

L'enseignant agit sur le rapport élève/contenu : son action a pour but de transformer l'élève dans ses connaissances mathématiques (dans leur dimension conceptuelle opératoire), et de le conduire (le « tirer ») vers un savoir mathématique attendu à un moment donné du cursus scolaire, dans le contexte d'un programme déterminé.

Ce rapport entre élève et savoir est soumis à l'action de l'enseignant mais il a aussi une dynamique propre de développement. Piaget a développé un cadre (l'épistémologie génétique) pertinent pour l'analyse de cette dynamique, dont il a montré le fonctionnement pour un ensemble de concepts fondamentaux, sur l'espace, le nombre, etc. Les actions de l'enseignant interagissent avec cette dynamique : c'est une dimension du développement qui est un apport central de Vygotsky pour la question qui nous intéresse. Ainsi, on peut situer l'action de l'enseignant comme un cas spécifique de gestion d'environnement dynamique (Rogalski, 2003). Nous allons préciser ce modèle et son statut d'outil pour étudier l'activité de l'enseignant.

³ L'approche dite « par compétences » présente des compétences cibles plus ou moins détachées des savoirs mathématiques spécifiques. Elle ignore ainsi le caractère opérationnel de la conceptualisation dans les différents champs du savoir : les concepts sont des instruments de pensée, et le rôle essentiel de l'enseignement dans le processus de conceptualisation.

Un environnement dynamique a comme caractéristique d'évoluer même en l'absence d'intervention d'un acteur (un exemple courant est celui d'un véhicule en mouvement: même si le conducteur cesse d'agir sur les commandes, le véhicule continue à se déplacer), et il y a interaction entre cette dynamique propre et les actions. De ce fait, au-delà de ses connaissances sur le savoir, l'acteur doit se constituer un "double modèle" pour l'action : ici, modèle de la dynamique propre du rapport élève/savoir et modèle des effets de ses propres actions. (On retrouve, avec cette approche, les types de connaissances identifiées dans d'autres cadres).

Le fait de situer l'action didactique de l'enseignant dans ce cadre ne vise pas à transposer des résultats acquis (en psychologie ergonomique) dans l'étude d'acteurs d'autres domaines, mais d'orienter des questionnements. En particulier on peut analyser l'organisation cognitive et temporelle de l'action selon l'anticipation, l'exécution de l'action, l'évaluation de l'état en cours des élèves, la prise de décision en temps réel en classe : traitement des « incidents », lorsque des événements didactiques imprévus se produisent, et des « épisodes critiques », lors desquels les décisions de l'enseignant peuvent faire évoluer très différemment ce qui se passe « du côté de l'élève », dans la classe.

Le rapport élève / savoir a sa propre dynamique, tenant à la dimension développementale de l'activité humaine, et à son insertion sociale. D'une part, il existe des précurseurs du savoir visé, qui sont issus de l'activité "spontanée" de l'enfant (en relation avec les "champs d'expérience" dans l'approche développée par P. Boero – cf. Douek, 2009), et évoluent avec l'expérience de l'élève. De plus, un développement a lieu, qui concerne aussi bien des processus cognitifs relativement généraux que des contenus spécifiques, particulièrement mis en lumière dans les travaux piagétien. D'autre part, d'autres acteurs de l'environnement de l'élève agissent sur le rapport élève/savoir, qu'il s'agisse d'aides d'adultes ou d'interactions entre pairs. Enfin, l'élève est un auteur et acteur de ses propres acquisitions, qui offre ou oppose son autonomie d'action à l'action de l'enseignant.

Les actions de l'enseignant interagissent avec la dynamique propre du rapport élève/savoir

Le modèle de "double germination" des concepts (Vygotsky, 1997, chapitre 6 : "concepts quotidiens, concepts scientifiques") montre les racines de cette interaction:

les concepts émergent de l'activité propre de l'élève (dans et hors la classe), cependant que l'interaction enseignante "tire" la conceptualisation de l'élève vers les concepts du savoir mathématique visé.

La transformation conceptuelle est conditionnée par le fait que les tâches pour l'élève se situent dans sa "zone proximale de développement" (ZDP): schématiquement, il faut que ces tâches soient assez "problématiques" pour que les acquis de l'élève ne suffisent pas à les réaliser seul, mais assez proches de ses acquis pour que l'aide didactique soit productive (double contrainte présente dans la conception de "situations fondamentales" chez G. Brousseau). L'hypothèse constructiviste (commune à Piaget et à Vygotsky) postule que l'apprentissage (i.e. la modification souhaitée du rapport élève/savoir) est issu de l'activité. Toutefois, il faut garder une double question présente à l'esprit : l'apprentissage est-il irrépressible chez l'élève? et quelle place prend son engagement dans cet apprentissage (en fait-il un objectif dans la réalisation des tâches que l'enseignant lui donne?). Le modèle de double régulation de l'activité inclut "naturellement" ces questions – qui ne se ramènent pas à celle de la "motivation", qui est davantage relative à l'entrée de l'élève dans le procédé didactique (cf. ci-dessous).

3.2. Les procédés didactiques, moyens d'action de l'enseignant

Dans les environnements dynamiques des "procédés" sont élaborés pour provoquer les transformations voulues de l'objet de l'action. Pour agir sur le rapport élève / savoir mathématique, on peut parler de "procédés didactiques" : la didactique apparaît alors comme science (visée épistémique de production de connaissances) et technique (visée pragmatique d'action) des procédés didactiques appropriés à la transformation du rapport élève/savoir. À travers l'analyse épistémologique (étayée par les apports de l'histoire), la didactique travaille les relations entre tâches et activité mathématique de l'élève, et potentiels d'apprentissage associés.

Toutefois, à la différence de ce qui se passe dans des environnements dynamiques matériels, l'élève ne peut entrer passivement dans un procédé didactique: il doit être "enrôlé" comme élève, acteur dans la réalisation de la tâche qui peut le faire apprendre. Une des visées de l'action de l'enseignant va ainsi

concerner cet enrôlement de l'élève (on en montre des modalités dans Robert & Rogalski, 2005).

L'action de l'enseignant a en fait deux dimensions fondamentales: une dimension "cognitive" qui oriente l'action didactique en fonction des relations "tâches / activité élève / acquisitions", et une dimension "médiative" d'action directe sur l'élève, par les aides apportées au cours de la réalisation de la tâche et par l'identification du savoir mis en jeu pour constituer des points de référence pour l'élève (institutionnalisation).

La perspective "cognitive" de l'action de l'enseignant est essentielle dans la définition d'un « itinéraire cognitif » pour l'élève, dans la classe. Il s'agit d'abord de la succession organisée de tâches que l'élève devra traiter (conception et anticipation d'activités potentielles, productrices d'apprentissage). Le contrôle didactique de cet itinéraire cognitif appelle une analyse a priori de l'inscription des tâches dans le "relief" de la notion au coeur des apprentissages visés (Robert, séminaire interne). Soulignons que la transposition qui conduit au savoir enseigné va dépendre des représentations de l'enseignant sur le savoir à enseigner. Par exemple, s'agissant des fonctions, l'enseignant peut entrer dans la perspective du champ conceptuel mathématique où les fonctions sont une notion "FUG": formalisatrice, unificatrice, généralisatrice (Robert⁴), ou bien considérer la fonction comme modèle, outil pour traiter (anticiper, calculer) des situations "du monde de l'expérience", ou centrer les apprentissages sur représentations de relations entre grandeurs du monde: graphiques, tables, formules.

Le déroulement de l'itinéraire cognitif dépend des modes de travail dans les différentes phases (qui peuvent être en partie anticipés) et suppose la prise en compte des activités effectives des élèves, à travers les observables qui en sont disponibles pour l'enseignant (compte-tenu de ses connaissances et de son expérience). Cela conduit à des adaptations des tâches-élève en cours, et par conséquent des adaptations de l'itinéraire cognitif prévu, en un itinéraire effectif.

⁴ L'enseignement d'une notion de ce type a été discuté à propos de l'algèbre linéaire (Rogalski, M., 1995), repris dans Dorier (2000).

La dimension “médiative” de l'action de l'enseignant intervient entre l'élève et sa tâche : elle porte d'abord sur l'évaluation du positionnement de cette tâche pour l'élève (tâche difficile pour l'enseignant), sur la délégation à l'élève du « vouloir réaliser la tâche ». Elle est présente ensuite dans l'action de l'enseignant sur l'activité même de l'élève (et non seulement les conditions de cette activité en classe) : enrôlement suffisamment continu dans la tâche et étayage de l'activité⁵ dans le parcours par l'élève de l'itinéraire cognitif prévu pour lui.

Trois modes d'action de l'enseignant sur le rapport élève/contenu interviennent de manière dominante pour modifier le rapport élève / savoir selon l'état qui en est attendu par l'enseignant :

- la prescription de tâches, pour provoquer une activité mathématique, constructive d'apprentissage (Piaget, Vergnaud). L'analyse de cette prescription et des attentes de l'enseignant appelle la composante didactique de la double approche.

- les actes de langage envers les élèves ou la classe : injonction d'action ; explication; information, etc. Ils peuvent être analysés, dans le cadre de la communication interactive enseignant / élèves, du point de vue des places occupées par l'un et l'autre acteur : les recherches montrent alors des régularités très fortes, avec un positionnement « surplombant » de l'enseignant, ce qui ne saurait étonner du point de vue développé ici de l'asymétrie constituée du fait que l'enseignant est un acteur central sur le rapport élève/savoir, avec pour cible un certain état de connaissances opérationnelles⁶.

L'analyse de ces actes de langage appelle la prise en compte de la seconde composante.

- la médiation du rapport élève/savoir dans la réalisation de sa tâche par l'élève. Il s'agit des interventions sous diverses modalités visant à déclencher ou modifier l'activité de l'élève en cours de réalisation d'une tâche, en simplifiant la

⁵ La notion d'étayage a été introduite par Bruner, d'après Vygotsky, dans le contexte du développement de l'enfant. Les catégories de Bruner (1983) ont été adaptées pour l'étayage dans l'enseignement des mathématiques, en relation avec les fonctions du discours et la catégorisation des buts illocutoires (cf. Pariès, Robert & Rogalski, 2008, pp. 63-64).

⁶ Une analyse différente serait à engager vis-à-vis de l'activité d'un enseignant de mathématiques qui viserait la seule mémorisation par l'élève d'un texte du savoir.

tâche, en en prenant en charge des composants (en particulier l'orientation et le contrôle), en traitant le niveau stratégique d'organisation de l'activité de résolution. Cette médiation s'effectue de manière dominante au travers d'actes de langage (injonction d'action ; explication ; question, information, etc.). L'intervention verbale de l'enseignant envers l'élève est un instrument central de la gestion du rapport élève/savoir en temps réel dans la classe. Son analyse est développée dans un cadre de pragmatique (analyse du discours), la didactique permettant la caractérisation des contenus en jeu⁷.

L'analyse de la médiation appelle un croisement des deux composantes de la double approche, pour prendre en compte à la fois la transformation dynamique de la tâche de l'élève (et identifier l'évolution du rapport contractuel entre enseignant et élève), et la nature des actions directes sur l'activité de l'élève.

- l'activité mathématique propre de l'enseignant sur le contenu enseigné, devant les élèves : on peut la considérer comme un « modèle », dont l'usage relèverait de la médiation (Bruner, 1983), ou comme une présentation de savoir mathématique (sur les concepts en jeu et sur le traitement de tâches mathématiques), dont l'élève aura à se saisir (dans l'immédiat, ou dans le travail ultérieur à la maison, selon la visée classique : « apprendre son cours »). En commentant son activité l'enseignant apporte une aide au repérage de l'organisation de cette activité, son orientation, ses outils, et agit (délibérément ou non) dans le sens d'un développement de la réflexivité, un des moteurs de l'apprentissage. Les opportunités ainsi offertes aux élèves peuvent plus ou moins être saisies par ceux-ci, selon à la fois leur ZPD et l'activité qu'ils engagent pour « suivre » ce que fait l'enseignant.

Avant de présenter des éléments sur les méthodes d'analyse de ces modes d'action, nous allons d'abord distinguer des types de relation au savoir entre enseignant et élèves, qui modifient le contexte de l'analyse.

Modalités de la distribution des relations au savoir entre enseignants et élèves

⁷ D'autres modes de communication interviennent que le langage verbal ; le langage des signes est l'intermédiaire alternatif avec des élèves sourds ou malentendants, articulé avec l'utilisation d'autres registres sémiotiques, dont celui du symbolisme propre aux mathématiques. Je n'ai pas compétence dans ces champs de recherche, et n'irai pas plus loin sur le sujet que cette note.

Les types de relation au savoir entre enseignant et élèves peuvent être classés selon la position prise a priori par l'enseignant, la place qu'il occupe vis-à-vis de l'objet de savoir. On peut distinguer des modalités qui soit concernent l'intégralité d'une séance de classe, soit sont des phases de la séance.

- *Exposition-bilan-institutionnalisation* : l'enseignant occupe la place de celui qui sait, et qui présente. Il peut en appeler plus ou moins à l'activité des élèves sous une forme "différée" : références à l'activité passée des élèves, annonce de l'activité future, mais c'est le savoir qui reste le centre de sa préoccupation, avec une importance de la place de ce savoir dans les organisations mathématiques (Chevallard) ou les champs conceptuels (Vergnaud). L'activité attendue de l'élève est une activité d'écoute, exigeante en termes d'enrôlement et selon les dimensions cognitives et médiatives⁸.

- *Activité "modèle" devant la classe*: l'enseignant pose une tâche, qu'il se donne en tant qu'acteur qui peut proposer un modèle de traitement de cette tâche (Bruner) ; il rend – plus ou moins explicite – les "raisons" de ses actions : ce qu'il cherche, les outils qu'il a à sa disposition, les contrôles qu'il exerce ; il peut faire participer les élèves à son activité mathématique en l'interrompant et en appelant aux élèves pour la poursuivre, plus ou moins localement.

- *Cours dialogué*: la progression de la relation au savoir est partagée entre l'enseignant (qui initie) et les élèves (qui participent), en laissant plus ou moins de place à une activité autonome des élèves (plus ou moins "locale" sur des points spécifiques). Les "activités" introductrices peuvent relever de ce type, lorsqu'un travail important de donnée de vocabulaire est impliquée.

- *Mise en fonctionnement des connaissances*: il s'agit typiquement des situations où des tâches sont prescrites aux élèves, dans un itinéraire cognitif avec des visées de "mise en activité" potentiellement productrice d'apprentissage, selon une conception constructiviste (au moins en acte) (Piaget, Vygotsky, Vergnaud). Il s'agit alors de connaissances déjà introduites dans des modalités des types

⁸ Enrôlement et cognition : un processus de décentration / recentration doit faire passer les élèves du point de vue de l'activité cognitive de l'enseignant à une intériorisation des processus que ce dernier déroule devant eux et à leur destination. Enrôlement et médiation : l'enseignant doit adapter sa communication (dans différents registres) à « l'accroche » des élèves (à qui aucune production visible n'est demandée) et/via un contenu mathématique tissant suffisamment de l'ancien et du nouveau, pour fournir aux élèves un ancrage cognitif.

précédents, et la fonction de la mise en fonctionnement est d'en développer le caractère opératoire.

- *Discussion dans la classe* (Boero & Consogno, 2007): à partir des acquis précurseurs, dans des domaines d'expérience ou au cours des sessions de classe passées, et d'une nouvelle problématique, discutée par le collectif des élèves, les élèves sont impliquées dans la construction d'un nouveau savoir, qu'il s'agisse de conceptualisation ou de détermination de manières de dire la connaissance, qui peut se centrer sur l'identification des objets en jeu pour fixer les conditions de l'activité mathématique.

- *Débat scientifique* (Legrand, 2009). Cette modalité est voisine de la précédente, elle a toutefois concerné des élèves plus âgés, et s'est développée d'abord dans l'enseignement supérieur, avant d'être transposée et diffusée dans l'enseignement secondaire. L'enjeu est de développer la rationalité scientifique des élèves, à travers un débat dont les règles sont explicitées pour répondre aux propriétés qu'on attend du débat scientifique.

- Médiation par les TICE. L'intervention de l'enseignant dans le rapport élève / savoir est plus ou moins profondément modifiée (Abboud-Blanchard, Cazes, & Vandebrouck, 2008), selon la prise en charge plus ou moins contrôlée de l'intervention didactique au sein des logiciels utilisés, son adaptabilité à la ZDP de l'élève. La nature du dispositif TICE utilisé, la connaissance qu'a l'enseignant de la "transposition informatique" qu'un logiciel produit sur le savoir (Balacheff, 1994), sont des déterminants spécifiques de l'activité de l'enseignant dans ces modalités de travail.

4. ANALYSE DE L'ACTIVITE DE L'ENSEIGNANT DANS LA DOUBLE APPROCHE

Nous rappelons que nous considérons ici la composante proprement didactique de l'activité de l'enseignant, tournée vers les élèves, directement liée à

l'objectif de transformation des relations élève/savoir mathématique⁹. Plusieurs temporalités de cette activité peuvent être considérées : le temps « court », organisé autour d'une séance de classe, avec anticipation dans l'élaboration ou le choix du scénario, mise en œuvre en « temps réel », avec des rétroactions s'appuyant sur des évaluations « à la volée » de l'activité des élèves à partir des observables disponibles dans la classe, le temps « moyen » d'une séquence complète sur une notion, avec les évaluations en cours de séquence et celles ponctuant l'avancée dans la séquence ou la concluant, le temps « long » de l'année scolaire (voire au-delà), avec l'organisation d'ensemble des modes d'action et d'évaluation de l'impact sur les élèves.

Par ailleurs, l'action didactique de l'enseignant est réalisée de manière relativement spécifique à ces différentes “modalités” du rapport élève / enseignant vis-à-vis du savoir mathématique en jeu. Les questions d'invariants et de différences posées au début de cet article sont donc *a priori* relatives d'une part à la distribution de ces phases, et d'autre part spécifiques à chaque “phase”. La distribution des modalités peut se considérer dans le temps “moyen” (sur une notion) ou dans le temps “long” (faisant partie des “coutumes” de la classe de mathématiques considérée).

Nous considérons dans ce qui l'activité de l'enseignant « au plus près » des élèves, dans la temporalité « courte » d'une séance de classe sur une notion mathématique¹⁰. La double approche articule la perspective « cognitive » de l'activité de l'enseignant et la perspective « médiative » de son action sur le rapport « élève/savoir ».

⁹ L'approche « compétences » qui est proposée / imposée aux enseignants dans de nombreuses politiques scolaires centre d'abord l'analyse de l'activité sur l'évaluation des acquis des élèves, réclamée en termes plus généraux que celui de leur rapport au savoir mathématique (que nous entendons toujours dans sa dimension opérationnelle). La rétroaction de l'évaluation sur l'organisation de l'activité de l'enseignant relève d'une temporalité « longue », bien au-delà des analyses d'interaction dans la classe sur lesquelles nous nous centrons dans ce texte.

¹⁰ Les interprétations en termes d'apprentissages possibles des élèves sont limitées par la prise en compte de deux éléments. Le « phasage » aussi bien que les modes de travail des élèves peuvent être propres à la séance observée, et dans le moyen les élèves auront pu rencontrer d'autres occurrences de mise en activité mathématique. Le contenu mathématique lui-même peut « réapparaître » en relation avec d'autres savoirs mathématiques sur le long terme de l'année scolaire, voire sur plusieurs années.

4.1. L'analyse didactique du "scénario" de l'enseignant

Par "scénario" on entend l'organisation du contenu enseigné (au cours d'une séance, ou d'une séquence), les modalités de travail prévues pour les élèves, qui constituent l'un des déterminants de l'activité de l'élève – à commencer par son enrôlement – et des apprentissages qui peuvent en résulter, la distribution temporelle des phases, la gestion prévue. On peut analyser le scénario "prévu" et le scénario "effectif", qui se réalise dans la classe. En fait, le scénario prévu, et en particulier l'itinéraire cognitif, constitue une "force de rappel" dans le déroulement du scénario effectif, l'analyse du scénario élaboré par l'enseignant préjuge ainsi à un certain niveau des activités potentielles des élèves.

Plusieurs points de vue peuvent être coordonnés : la place du contenu visé dans l'organisation mathématique (Chevallard), les composants du champ conceptuel sur lesquels les élèves ont à travailler (Vergnaud), le "relief" de la notion (Robert, communication en séminaires).

Nous allons brièvement préciser ce qui compose le "relief" mis sur la notion : sens et fonction (à partir de l'analyse épistémologique), la relation "ancien / nouveau" (présence et modes d'articulation), les cadres, registres, points de vue, (avec les "traductions" entre eux), le niveau de rigueur sur les notions et les raisonnements (avec éventuellement les attentes en matière de formulation et de rédaction), les types de problèmes et de mises en fonctionnement dans le déroulement prévu (selon le "phasage" prévu).

Du fait de la prise de position théorique sur la place de l'activité de l'élève dans le traitement de problèmes impliquant le savoir mathématique en jeu ("le problème source et critère du savoir", nous accordons une place particulière aux phases qui visent la mise en fonctionnement des connaissances.

• ***L'analyse des phases de mise en fonctionnement des connaissances*** comporte les éléments suivants :

- Contenus proposés dans la séance et – la séquence de séances– sur les connaissances et choix du "relief" de la notion.
- Ordres et durées prévues pour les différents points de la séance, avec les grandes lignes de la gestion : travail collectif puis mise en commun, travail individuel

autonome, travail individuel dans la classe, phases de prise en charge par l'enseignant (bilan, institutionnalisation, contenu à noter par les élèves, ...).

- Anticipation liée aux élèves, du point de vue des difficultés relatives des situations de mise en fonctionnement, du temps nécessaire, des changements de phase ou de contenu (plus ou moins problématiques selon les élèves de la classe).

- Utilisation de ressources (pour l'enseignant et pour les élèves), auxquelles on peut rattacher les exemples (et contre-exemples) qui seront introduits dans la séance.

L'analyse du scénario effectif reprend ces éléments en ce qui concerne la perspective cognitive. Elle est à compléter par la prise en compte de la perspective médiative.

Pour ces phases de mise en fonctionnement des connaissances on accorde une importance particulière aux adaptations en jeu dans les tâches de l'itinéraire cognitif (par rapport aux connaissances antérieurement introduites). En effet, ce sont ces adaptations qui déterminent le caractère "problématique" des tâches que les élèves ont à accomplir : des tâches de routine, plus susceptibles de produire des acquisitions procédurales que d'étayer la conceptualisation, aux problèmes pour lesquels les connaissances antérieures sont insuffisantes (on rejoint alors des questions abordées en termes de "situations fondamentales" dans la Théorie des Situations Didactiques de Brousseau¹¹). La dimension "problématique" des tâches peut être analysée du point de vue de l'élève (sujet individuel des ses apprentissages) dans le jeu "assimilation / accommodation", au centre des processus de régulation cognitive impliqués dans la conceptualisation et dans la genèse des connaissances opérationnelles.

Les adaptations ont été classées – selon la "dimension problématique" des tâches – en sept types de base (cf. Pariès et al., 2008, p. 62) :

- Reconnaissance et application du connu
- Introduction d'intermédiaires, de notations

¹¹ Il n'y a pas pour toutes les notions mathématiques de situation candidate à constituer une « situation fondamentale » : c'est en particulier le cas pour les notions FUG de plus en plus présentes au long du cursus mathématique scolaire (et universitaire encore davantage).

- Mélange de notions, cadres, registres, ..
- Organisation d'étapes dans le traitement de la tâche, organisation de connaissances (anciennes et nouvelles)
- Utilisation de résultats de tâches antérieures (non signalée explicitement)
- Choix dans l'orientation de la recherche de solution d'un problème (méthode)
- Confrontation à un manque de connaissances.

L'encadré suivant (figure 1) présente un exemple de progression dans des adaptations de connaissances, lors d'un "cours dialogué" (avec des élèves d'une "bonne" classe du début de second cycle du secondaire).

• **Les phases avec modalité "expositive" de connaissances par l'enseignant** (a priori dans un « cours magistral » ou a posteriori dans les bilans, institutionnalisation, explicitation du savoir de référence (à noter dans son cahier par l'élève) sont analysées du point de vue didactique selon la structuration proposée, le deuil (ou pas) de l'exhaustivité (par rapport au champ conceptuel ou à la rigueur), la donnée d'exemples et contre-exemples, les illustrations métaphoriques, le recours au niveau « méta » (Robert & Robinet, 1996).

Le « cours dialogué », comme aussi les activités introductrices, présente une certaine continuité dans les positionnements relatifs de l'enseignant et de l'élève dans le rapport au savoir entre la modalité « expositive » de connaissances (par l'enseignant) et leur mise en fonctionnement (par l'élève).

L'activité mathématique propre de l'enseignant comme « modèle » dans l'étayage des acquisitions de l'élève est généralement une phase au sein d'une séance de mise en fonctionnement des connaissances. On peut y rechercher particulièrement l'explicitation de la réponse aux adaptations, et la présence particulière du composant « méta » qu'est la réflexivité sur son activité. Ici dimensions « cognitive » et « médiative » sont absolument intriquées.

Un exemple de mise en fonctionnement des connaissances, avec des adaptations croissantes : la valeur absolue.

Le contexte est celui du travail avec la valeur absolue en classe de seconde (programmes français en 2000 – cette question n'est plus au programme depuis 2008). Cette notion y est introduite dans le contexte des encadrements, des approximations et des ensembles de valeurs. Elle part des équivalences suivantes (*), qui expriment les conversions entre registres (Duval, 1995, 2011) et ne donnent pas explicitement de définition de la valeur absolue d'un nombre réel.

$$(*) \quad |X-C| \leq R \Leftrightarrow X \in [C-R, C+R] \Leftrightarrow X = C \text{ à } R \text{ près} \Leftrightarrow C-R \leq X \leq C+R$$

Les exercices de la séance vont consister à passer d'un registre aux autres : registre symbolique, registre géométrique des segments, verbal et symbolique, registre des approximations « en langue semi naturelle », registre des encadrements algébriques.

Les tâches (1), (2) et (3) présentent des adaptations croissantes :

- (1) $|X-6| \leq 1$: remplacer directement C et R par des valeurs numériques
- (2) $|X+4| \leq 4$: utiliser une connaissance ancienne : $4 = -(-4)$, puis effectuer les mêmes remplacements que dans (1)
- (3) $|-X+6| \leq 1$: utiliser une nouvelle connaissance : $|A| = |-A|$ puis effectuer les mêmes remplacements que dans (1).

La question (3) va d'ailleurs introduire un "incident", avec une proposition d'élève non prévue par l'enseignant. Celui-ci vise l'utilisation de la propriété $|-A| = |A|$ (une nouvelle connaissance à faire fonctionner). Un élève suggère de "travailler avec la variable -X" (on trouverait une forme vue, du type (2) : $|X'+6| \leq 1$). L'enseignant, dès qu'il a identifié cette raison de la proposition, arrête l'interaction – ce qui disqualifie de fait la proposition – et revient aux manières de faire avec la nouvelle connaissance : "Ah, je vois,... mais qu'est ce qu'on peut dire de $|6-X|$ et $|X-6|$?".

Figure 1. *Un exemple de mise en fonctionnement des connaissances, avec des adaptations croissantes (en première année de lycée).*

On voit en oeuvre dans l'incident brièvement décrit une "force de rappel" de l'itinéraire cognitif : quand une proposition ou une question d'élève s'éloigne trop de ce dernier, l'intervention de l'enseignant ramène la classe dans la voie de l'itinéraire prévu. Il s'agit en fait d'une "routine" observable chez les enseignants expérimentés – qui peuvent l'exprimer comme : "il ne faut pas se laisser entraîner"¹².

¹² On retrouve dans ce cas particulier de gestion d'environnement dynamique, le fait que l'activité se situe dans une « enveloppe » autour d'une activité prévue dans la phase de préparation (anticipation et planification), pour ne pas « dériver » dans une zone qui pourrait devenir problématique pour la suite de l'action.

4.2. Analyse de l'étayage de l'activité des élèves et de l'enrôlement de la classe selon la dimension « médiative »

La conception de l'itinéraire cognitif relève de la dimension cognitive de son action didactique, alors que la médiation de l'enseignant se porte sur l'adaptation de cet itinéraire aux élèves de la classe et étayage de leur activité.

Un exemple de découpage des tâches et de mutualisation des réponses

Le contexte est celui d'un problème de géométrie sur « Thalès » en classe de troisième (9th grade, fin de collège en France). Il s'agit d'un théorème sur lequel les élèves ont déjà travaillé –, mais qui implique ici une variable x , liée à un point variable.

Extrait du début du problème, avant engagement des élèves dans la résolution.

E : Donc la situation est assez banale, hein, quelle est la seule nouveauté, Bertrand ?

B : euh, x ...

E : x , c'est-à-dire le point M – qu'est-ce que tu dis du point M ?

B : ben on ne connaît pas sa vraie place sur EG

E : **on ne connaît pas sa vraie place sur le segment EG** – euh, autrement dit, c'est un point ...

B : inconnu

E : **inconnu** – quel mot d'autre on pourrait ...

e : dont on ne connaît pas la place

E : **dont on ne connaît pas la place**, Marc ?

M : variable

E : **variable** – x est une variable, le point M varie.

Figure 2. *Un exemple de découpage de tâches et de mutualisation des réponses dans l'étayage des élèves et l'enrôlement de la classe.*

• **La discussion dans la classe et le débat scientifique** peuvent être analysés selon les deux perspectives. Nous en donnons ci-dessous un exemple (figure 3), dont les interprétations sont celles des enseignant et chercheur impliqués dans la conception et la mise en oeuvre de cette situation de débat scientifique (Legrand, 2009).

Contexte : il s'agit de la première séance de géométrie dans l'espace en classe de seconde. La visée est le passage des définitions connues pour le plan à la nouvelle situation.

- Le professeur demande une définition de droites parallèles dans l'espace : une définition est proposée (inappropriée)
- Le professeur s'interdit absolument à ces moments cruciaux toute mimique et tout commentaire approuvateur/désapprouvateur qui indiquerait ce qui est pertinent/juste ou pas ;
- il propose sans sourciller d'adopter la définition pour tester si certains couples de droites sont parallèles ou pas,
- Il trace donc au tableau un cube ABCDEFGH et propose d'abord une conjecture pour un cas où la définition « marche », conjecture qu'il écrit au tableau : « la droite (FG) est parallèle à la droite (AB) »
- Il interprète une des 3 réponses minoritaires (sur 31) et la mutualise
- Il mutualise la réaction d'une autre élève (sur ce que peut être la figure) en la reformulant
- Il dessine une réalisation d'un « cube » correspondant à cette proposition (incongrue à ce niveau scolaire) ; des élèves réagissent
- Le professeur alors intervient et explique qu'il faut se mettre d'accord sur les règles du jeu : ce qu'est un cube, de quel cube on parle, ce qu'est une droite dans l'espace.

Il écrit donc magistralement :

Un cube est un solide fait de 6 faces carrées. Le cube dont on parle s'appelle ABCDEFGH et les lettres sont exactement comme sur le dessin. Une droite dans l'espace est comme une droite du plan, elle est infinie.

- Modification des réponses des élèves qui avaient des problèmes

Le professeur institutionnalise alors la pertinence d'exprimer ses doutes (activité des élèves) et la validité « en raison » de la réponse à la première conjecture (propriété de l'objet mathématique).

Figure 3. *Intervention didactique d'un enseignant dans un débat scientifique, dans une classe de l'enseignement secondaire (4ème en France – 8° grade)*

On remarque la place d'indicateurs non verbaux de l'activité de médiation de l'enseignant, avec non seulement les dessins et écritures au tableau, qui interviennent "en positif", mais aussi les références à des indicateurs relatives aux mimiques, l'un des composants de la communication non verbale ("il s'interdit toute mimique", "il propose sans sourciller"). La forme négative est un exemple d'un point que nous avons relevé sur ce qui compose l'activité : non seulement ce que l'enseignant fait, mais ce qu'il s'interdit de faire.

4.3. Le croisement des perspectives. Invariants et variabilité de l'action de l'enseignant

La prise en compte des deux perspectives, cognitive et médiative, permet d'analyser l'action de l'enseignant « au plus près » de son action possible sur les élèves, de repérer des invariants significatifs de l'activité de l'enseignant, et des déterminants qui vont en modifier des réalisations.

Dans notre dernier exemple, l'enseignant attire l'attention vers une propriété importante dans la situation de mise en fonctionnement du théorème de Thalès, et il contrôle le déroulement des interactions vers la conclusion qu'il veut mettre en avant : il y a dans les données un point M qui n'est pas fixé, et un nombre x qui lui est lié, mais ce n'est pas le seul composant des interactions didactiques de l'enseignant. Le point M, puis le nombre x , ne va pas être traité comme une inconnue mais comme un nombre variable : la suite du problème demandera d'exprimer une certaine mesure de longueur en fonction de x .

Il faut souligner qu'il s'agit d'un double changement de niveau dans la conceptualisation en jeu pour l'élève : tout d'abord, des relations entre longueurs dans Thalès, on passe à des relations entre nombres donnés (des longueurs de segments) et nombre variable ; ensuite, avec le terme de « variable » (M varie, x est une variable) on « amorce » potentiellement la notion de fonction (introduite plus tard dans le cours), comme relation particulière entre variables (l'exploitation possible sera loin dans le cours). Les questions aux élèves sont orientées par ce but, avec des procédés de mutualisation (et une reprise de la formulation de l'élève, ainsi rendue conforme aux attentes de précision) et d'appel à un « bon » élève, qui va fonctionner comme « petit maître » pour clore l'interaction avec le terme attendu (« variable »)¹³.

On peut interpréter cet observable en termes d'« amorce » pour la conceptualisation d'une notion, on peut l'interpréter aussi comme une introduction « subreptice » d'un concept important – dont l'appropriation par l'élève n'est d'ailleurs

¹³ On peut évidemment se poser la question des possibilités des élèves de se saisir de cette « amorce ». Le court terme de la séance ne peut donner d'indications sur ce point, car il s'agit d'une conceptualisation dont on sait qu'elle demande un temps long de développement.

pas explicitée comme objectif dans les textes de programme et les manuels de la classe de troisième.

La structure générale d'une interaction de cet ordre, dans laquelle l'enseignant veut faire émerger de la classe une précision ou une notion importante¹⁴ se retrouve fréquemment : il s'agit d'un invariant de niveau local, une routine.

L'analyse croisée permet de rechercher et identifier d'autres invariants de niveau « méso » (qui portent sur l'ensemble de la séance de classe) : invariants dans la temporalité du déroulement en classe des scénarios retenus en amont et invariants dans les interactions langagières concernant la distribution des grandes fonctions du discours : cognitive, médiative d'enrôlement direct, de mutualisation – qui apparaît dans le discours enseignant comme un fonction mixte, avec enrôlement indirect. Ces invariants permettent de parler de « pratiques » d'un l'enseignant et non seulement de son activité située *hic et nunc*.

Les analyses croisées permettent aussi de repérer des éléments variables de situation dont dépend l'activité d'un même enseignant dans la classe : « modes » de son activité didactique, niveau dans la scolarité des élèves (ex: 4ème/3^{ème}), niveau de la classe. Les effets des deux dernières variables sont présentés dans (Pariès et al., 2008). On peut aussi mettre en relation les pratiques d'enseignants dans un même niveau de scolarité, en termes de régularité entre enseignants sur un même contenu et de variabilité (le style propre de l'enseignant), ainsi que l'a développé par exemple Roditi (2003) à propos de l'enseignement de décimaux en première année de l'enseignement secondaire.

5. RETOUR SUR L'ANALYSE CONJOINTE DE L'ACTIVITE DE L'ENSEIGNANT ET DE L'ACTIVITE DE L'ELEVE, QUESTIONS ET PERSPECTIVES

Le cadre de la théorie de l'activité permet d'analyser l'articulation de l'activité de l'enseignant et celle de l'élève, en termes de déterminants et d'effets de chacune

¹⁴ De tels éléments sont récurrents dans les discours enseignants : ce qui semble une précision terminologique renvoie à un contenu conceptuel, dont l'appropriation peut être délicate pour les élèves, voire dont l'apparition peut déstabiliser les élèves en difficulté scolaire.

de ces activités. Nous avons développé plus spécifiquement comment l'enseignant agit sur le rapport élève / savoir en classe, à travers à la fois les tâches données aux élèves et l'intervention sur l'activité de réalisation de ces tâches. Nous avons aussi relevé le fait que le niveau des élèves était un déterminant de l'activité enseignante qui produisait des effets sur certains composants des actions régulatrices en situation de classe.

Nos analyses d'intervention didactique de l'enseignant de mathématiques ont essentiellement porté sur des situations de mise en fonctionnement des connaissances antérieurement introduites, mais nous avons aussi montré comment cette intervention peut se réaliser lors d'une séance en classe se déroulant sous une tout autre modalité : le débat scientifique, et indiqué les voies d'analyse croisée d'autres modalités de classe.

Nous allons reprendre en conclusion les « points d'action » possibles de l'enseignant sur la régulation de l'activité de l'élève, en prenant en compte d'autres temporalités que la séance de classe. Nous reviendrons ensuite sur la dimension « développementale » de l'activité : pour l'élève elle se pose en termes d'acquisition de connaissances opérationnelles (objet « classique » de la didactique et de la psychologie de l'enseignement des mathématiques) ; pour l'enseignant en termes de développement professionnel (objet de la « didactique professionnelle »). Nous soulèverons la question des « heurs et malheurs » de l'articulation des activités enseignants / élève(s), pour poser quelques jalons sur les implications en matière de formation et d'outillage des maîtres.

5.1. Les « points d'action » de l'enseignant sur la régulation de l'activité de l'élève

En présentant le modèle de double régulation de l'activité dans le cas de l'élève, nous en avons indiqué les grandes composantes des déterminants et des effets. Du côté de la situation : tâches données à l'élève, environnement scolaire proche – les pairs aussi bien que l'établissement – et plus lointain – les étapes évaluatrices et les perspectives scolaires puis professionnelles, l'environnement personnel de l'élève. Du côté de l'élève comme sujet et acteur : sa posture par

rapport à la situation scolaire, ses compétences déjà acquises, son histoire scolaire et personnelle, ses préoccupations comme enfant ou adolescent, etc.

Les « points d'action » possibles de l'enseignant touchent à ces différentes composantes : l'enseignant définit une partie essentielle des tâches scolaires et de leur organisation conceptuelle et temporelle, en classe et hors de la classe ; il agit ensuite sur l'activité elle-même en classe – à la fois par l'adaptation des tâches en « temps réel » et l'étayage de l'activité de l'élève : c'est le point que nous avons mis au centre des analyses croisées ; il peut aussi intervenir sur les effets de ces tâches : l'enseignant exerce une médiation sur le résultat de l'activité de l'élève vis-à-vis de la tâche, directement par l'évaluation de ce que l'élève a produit ou indirectement par la présentation du résultat attendu. Dans cette même temporalité de la séance de classe, un autre point d'action de l'enseignant concerne l'effet en retour de l'activité de l'élève sur lui-même, et en particulier ses apprentissages. La didactique a mis en évidence l'importance de l'institutionnalisation du savoir en jeu dans la ou les tâches d'une séance ou d'une séquence sur un contenu, et des effets différenciateurs sur les élèves de son absence explicite. L'analyse discursive des interventions de l'enseignant montre aussi qu'un point d'action de l'enseignant concerne l'apprentissage lui-même, soit par l'explicitation de l'activité mathématique attendue (et non seulement le résultat de la tâche), soit par un discours « méta » sur l'objet mathématique et les moyens d'apprendre, qui peut être général (vers la classe) ou spécifié (vers l'élève).

Un autre point d'action de l'enseignant concerne la temporalité moyenne ou longue, à travers de l'organisation de ses interventions didactiques en classe (plus aisément observables...), à la fois temporelle et cognitive. Cela comporte de multiples composants : organisation des séquences sur une notion, utilisation des diverses modalités d'articulation des activités enseignant / élèves au fil des séances de classe, « tissage » du nouveau et de l'ancien dans une « histoire » de la classe, gestion des relations entre connaissances personnelles des élèves et savoir mathématique visé, utilisation des résultats de l'activité des élèves, en classe, dans les contrôles, dans la préparation des bilans.

Un point d'action possible de l'enseignant est aussi celui de la posture de l'élève par rapport à la situation scolaire et au savoir en jeu. Il s'agit d'un point

d'action largement indirect, qui se réalise dans la continuité et les ruptures du long terme, souvent à l'insu de l'enseignant, lorsque ce rapport au savoir a déjà été antérieurement constitué de manière problématique, à travers les effets sur l'élève de son travail de classe¹⁵.

5.2. Heurs et malheurs de l'articulation des activités de l'enseignant et de l'élève

La double approche (complétée de la dimension développementale) fournit des instruments d'analyse de l'articulation des activités respectives de l'enseignant et de l'élève. Nous avons insisté sur l'action de l'enseignant visant le développement du rapport élève/savoir, et sur les différents points possibles d'action. Nous avons évoqué les « possibles » de l'intervention didactique du côté de l'activité de l'élève et des « potentiels » d'apprentissage de la réalisation des tâches par l'élève. La section suivante sera consacrée aux processus développementaux impliqués dans cette dimension « potentielle »: apprentissages dans le champ des savoirs enseignés, appropriation des instruments de pensée que sont les conceptualisation, entrée dans la culture mathématique. Nous avons repéré des éléments qui favorisent ce développement, tant du côté de l'activité de l'enseignant que du côté propre de l'élève, comme acteur autonome. Pour autant, les possibles ne sont pas nécessairement réalisés, et l'articulation des activités respectives de l'enseignant et de l'élève n'est pas toujours heureuse.

Nous avons relevé la place de la « posture » de l'élève par rapport à la situation scolaire comme un déterminant de son activité. Ce déterminant peut conduire à ce que l'activité de l'élève en classe soit loin d'être orientée vers l'acquisition de savoirs, ni même la réalisation des tâches demandées : l'enrôlement des élèves, qui est un composant permanent de l'action de l'enseignant dans la classe demande un minimum de coopération de l'élève. Celui-ci n'est pas toujours dans les dispositions qui le permettraient. Les conditions matérielles et temporelles

¹⁵ On observe ainsi à des évolutions négatives en relation avec des insuccès de l'élève, s'accroissant au cours du premier cycle du secondaire, les représentations de soi comme élève se détériorant. Plus précocement dans l'histoire de l'élève, si les déterminants de situation hors institution scolaire jouent un rôle central, des inégalités scolaires se construisent aussi au cœur des dispositifs d'enseignement (Rochex & Crinon, 2011).

de la situation scolaire peuvent intervenir de sorte que l'élève soit incapable d'inhiber ses préoccupations extra-scolaires pour qu'un enrôlement suffisant ait lieu. Au mieux, il sera en situation de « double tâche », répondant en parallèle à ses propres préoccupations et partiellement à l'enrôlement comme élève (c'est en fait un possible chez les « bons » élèves, même agités en fin de matinée ou de journée de classe). Plus gravement, l'élève peut ne rien investir dans la situation scolaire, et même s'opposer à l'action de l'enseignant, quand l'enseignant tente de mettre la classe au travail. Âge des élèves, composition de la classe, environnement, perspectives scolaires et professionnelles ultérieures, sont autant de facteurs possibles d'une articulation échouée du point de vue cognitif, voire social.

Un point délicat dans l'articulation des activités respectives de l'enseignant et de l'élève a trait à la prise en compte de la collectivité « classe », en tant qu'entité, qui « accroche » ou « décroche ». L'hétérogénéité des élèves – vis-à-vis du savoir spécifiquement en jeu dans un séance de classe – conduit à un conflit entre l'autonomie d'activité des élèves et l'enrôlement de la classe. Dans l'apprentissage, l'étayage de l'élève par l'enseignant vise à ce qu'il devienne autonome, pourtant, en classe, l'autonomie des élèves, sujets singuliers, introduit de la “divergence” dans leurs activités et la gestion de cette divergence exige des processus d'enrôlement qui peuvent être difficiles à mettre en place. Pour ne donner que deux exemples : l'étude d'élèves utilisant des bases d'exercices en ligne (BEL) montre un écart croissant dans la réalisation de leurs tâches, une répétition des interventions de l'enseignant, une difficulté, voire une impossibilité, d'exploitation collective ; dans la réalisation de scénarios impliquant un travail autonome important des élèves avant des phases de mise en commun, l'arrêt des activités individuelles pour le partage public du travail autonome en vue de son exploitation didactique constituent des problèmes, et ce à tous les niveaux scolaires¹⁶.

Un autre point problématique de l'articulation des activités respectives de l'enseignant et de l'élève concerne la gestion par l'enseignant des décalages

¹⁶ Ces phénomènes sont plus visibles dans l'enseignement primaire, où la part de travail propre des élèves en classe est plus grande et les interventions individuelles plus fréquentes. Des études en France dans les ZEP (« Zone d'Éducation Prioritaire ») ont mis en évidence l'existence d'une « tension » - voire de conflits entre une orientation de l'action dans la classe pour assurer « la paix scolaire » et « la vigilance didactique », une orientation tournée vers le savoir en jeu (Charles-Pézarid, 2010).

possibles entre la tâche attendue (de son point de vue) et la tâche à laquelle l'élève essaie de répondre (sa tâche effective). D'une part, l'enseignant ne peut décider d'agir sur ces décalages que s'il a la possibilité d'en prendre conscience ; d'autre part, le diagnostic ne suffit pas toujours pour avoir les moyens d'action et être capable, en situation scolaire, de les mettre en œuvre.

En effet, nous avons souligné que d'autres déterminants agissaient sur l'activité de l'élève, et sur les interprétations qu'il est capable de faire quant à la visée des tâches et l'activité cognitive qui conduit à répondre à cette visée. Les ressources dont il dispose en personne et celles que peut lui apporter son environnement peuvent être absentes ou inappropriées. Plus profondément, il peut y avoir divorce dans le rapport au savoir et le statut des tâches : à « bien faire » pour l'élève, d'un caractère « prétexte » et « mise en scène » du savoir du point de vue des dispositifs scolaires.

5.3. L'approche développementale dans le modèle de double régulation de l'activité pour l'élève et pour l'enseignant

Le modèle de double régulation prend en compte le fait que l'activité produit une double jeu d'effets : sur les objets de l'action en situation et sur le sujet lui-même. Cela concerne l'élève (c'est au centre de l'approche constructiviste, partagée par Vygotsky et Piaget), et cela concerne aussi l'enseignant.

En ce qui concerne la dimension cognitive des effets sur l'élève, on peut relever : les apprentissages « locaux » sur les notions et les procédures mathématiques, les conceptualisations et la constitution de nouveaux instruments cognitifs s'inscrivant dans la rationalité scientifique et qui « débordent » le domaine propre des mathématiques, et au-delà l'inscription dans une culture partagée. Nous distinguons un caractère « local » d'acquisitions pour celles qui sont faiblement intégrées dans une structure plus large de connaissances et sont sujettes à l'oubli (ainsi, les résultats d'élèves en fin d'année scolaire sont en général meilleurs qu'à la rentrée qui suit). Elles sont nécessaires au fonctionnement mathématique, et peuvent se transformer en routines qui seront intégrées dans des processus plus larges. La conceptualisation et sa constitution en instruments cognitifs ont à la fois un

domaine plus large de validité et sont intégrées dans des structures de connaissances qui leur donne une plus longue durée de vie. Ce développement se produit sur un temps long de l'enseignement¹⁷, qui a été rappelé par Vergnaud en ce qui concerne sur pour l'enseignement des problèmes additifs et multiplicatifs (Vergnaud, 2011).

L'étude du développement de l'élève à travers son activité d'élève en mathématiques appelle l'articulation de cadres de didactique des mathématiques et de psychologie cognitive (Vergnaud, 2009).

S'agissant de l'enseignant, les effets de l'activité portent en particulier sur ses compétences professionnelles. Par compétences professionnelles, on entend un espace multidimensionnel, qui peut d'abord être analysé selon les connaissances opérationnelles (c'est le propos de Schoenfeld, 1998), et selon leur caractère mobilisable ou disponible ; mais il ne s'agit là que d'une des dimensions nécessaires à l'analyse car les compétences sont multidimensionnelles. Elles peuvent aussi être analysées selon les organisations de l'activité qui se sont construites grâce à l'activité : automatismes, routines, schèmes de différents niveaux (en tant qu'organisations invariantes de l'activité pour des classes de situations), et selon des « qualités » relevant en particulier, d'une part, des domaines des perceptions et des actions motrices, et d'autre part du domaine de l'émotion (Rogalski, 2011).

La didactique professionnelle, qui articule de manière cohérente des concepts de didactique et une approche développementale en psychologie ergonomique qui doit à la fois à Piaget et à Vygotsky¹⁸, fournit un cadre théorique approprié à l'étude du développement professionnel de l'enseignant.

¹⁷ L'importance de l'enseignement dans le processus développemental de l'élève (un apport théorique issu du cadre de Vygotsky) a été empiriquement mise en évidence dans un contexte -heureusement - particulier (rapporté par Bressoux, 1994). Pour maintenir l'apartheid scolaire, les écoles destinées à la population noire ont été fermées pendant trois années (1959-1963) dans le comté Prince Edward en Virginie. Les évaluations de QI sur les mêmes élèves au retour de la scolarisation ont montré une perte de 15 à 30 points de QI par rapport à une population analogue - marquant le déficit développemental de ces « non élèves » de longue durée, le QI étant un indicateur de position par rapport à une population de référence.

¹⁸ La cohérence des cadres de ces deux grands théoriciens, et l'apport spécifique de la notion de champ conceptuel par Vergnaud, est présentée en particulier dans (Rogalski, 2008). La nature et le rôle des expériences dans le développement professionnel est analysé dans (Rogalski & Leplat,

Sans entrer plus avant dans ce thème important de l'analyse des processus d'enseignement/apprentissage, soulignons que le développement de l'élève – dans l'enseignement général – et celui de l'enseignant présentent de profondes différences. Ces différences ont de multiples déterminants, dont l'un – crucial – tient à leur différence de position non seulement dans le champ des âges et de la vie sociale, mais aussi dans l'institution scolaire : l'élève est là parce qu'il ne sait pas encore, l'enseignant parce qu'il est déjà compétent¹⁹.

6. CONCLUSION

On a présenté une double approche pour l'analyse conjointe des activités de l'enseignant et de l'élève, croisant théorie de l'activité et didactique de la discipline. On s'est focalisé sur le processus d'enseignement / apprentissage dans lequel l'enjeu est la transformation du rapport élève / contenu enseigné, en prenant le cas de l'enseignement des mathématiques.

On a explicité, pour l'enseignant et pour l'élève, le modèle de « double régulation » de l'activité par la situation d'ensemble et par le sujet lui-même, qui apparaissent chacun à la fois comme des co-déterminants et comme des effets en retour de l'activité. La double régulation des activités respectives de l'enseignant et de l'élève montre une articulation complexe, qui se déploie dans plusieurs temporalités : temps très court et court de la séance de classe, temps moyen et long au cours de l'année scolaire. On a rendu compte de l'action de l'enseignant comme étant la gestion du rapport élève / savoir. Ce rapport possède sa propre dynamique et ses propres déterminations du côté de l'élève ; l'action de l'enseignant peut s'analyser selon deux perspectives : une perspective « cognitive » centrée sur les tâches prescrites et attendues de l'élève, et une perspective « médiative » d'intervention sur l'activité elle-même, qui va de l'enrôlement dans la tâche à l'identification du savoir mis en jeu, en passant par des aides apportées en cours de

2011). La place théorique du cadre de la didactique professionnelle en relation avec la psychologie des acquisitions est défendue dans (Rogalski, 2004).

¹⁹ L'introduction, dans le champ institutionnel de l'éducation, des termes « d'approches par compétences » pour l'un et l'autre introduit trop aisément une confusion conceptuelle, dommageable à l'action.

traitement de la tâche. Dans l'analyse de la médiation (à partir du cadre développé par Bruner repris et transposé), l'activité de l'enseignant « faisant des mathématiques » devant les élèves apparaît une des modalités d'action : l'activité cognitive attendue des élèves étant l'écoute et le suivi du « modèle » que leur présente cette activité.

La double approche méthodologique croise l'analyse didactique du scénario de l'enseignant (son élaboration, sa mise en œuvre en classe, ses adaptations) et l'analyse de l'étayage de l'activité des élèves et de leur enrôlement selon la dimension médiative, dans laquelle le discours de l'enseignant joue un rôle central. On peut ainsi mettre en évidence des invariants de l'action dans son court terme (routines et automatismes), très marqués par la dimension « médiative » et le terme des pratiques de l'enseignant sur le plus long terme, où interviennent d'autres déterminants, collectifs et institutionnels.

Un retour sur l'articulation des activités respectives de l'enseignant et de l'élève a mis en avant la multiplicité des « points d'action » de l'enseignant sur la régulation de l'activité de l'élève : en « entrée » de cette activité par la donnée de tâches et l'enrôlement, dans la dynamique de réalisation par une médiation directe, en « retour » par la mise en relation « activité mathématique / résultats sur la tâche » et par l'identification pour l'élève du savoir mis en fonctionnement ou à assimiler. Toutefois, les « possibles » ouverts par l'intervention didactique de l'enseignant et les « potentiels » d'apprentissage de l'élève qui en dérivent ne sont pas nécessairement réalisés dans la vie de la classe, et l'articulation des activités respectives de l'enseignant et de l'élève n'est pas toujours heureuse. L'activité de l'élève n'est pas nécessairement orientée vers les tâches de classe, et même lorsqu'elle l'est l'intégration de son activité personnelle dans une activité de classe est aussi un objectif de l'activité de l'enseignant. Cela peut générer des tensions, et l'enseignant peut alors avoir à gérer des buts conflictuels de vie de classe et d'activité autonome des élèves : il faut en tenir compte pour élargir l'analyse au-delà de l'activité proprement didactique.

La prise en compte du temps long dans le modèle de double régulation introduit à la dimension développementale de l'activité, dans un cadre général constructiviste exploitant les cadres théoriques de Vygotsky (socio-constructivisme)

et de Piaget (épistémologie génétique), élargis par les apports de la didactique professionnelle en ce qui concerne le développement de l'enseignant. Les grandes lignes en ont été présentées, avec un éclairage visant à indiquer les spécificités lorsqu'il s'agit de la conceptualisation et la construction d'instruments de pensée chez l'élève et lorsqu'il s'agit du développement de la professionnalité chez l'enseignant au-delà de sa formation initiale.

L'exploitation du cadre de la double approche du point de vue de la formation de l'enseignant n'a pas directement été évoquée. Toutefois, la dialectique entre les points d'actions possibles de l'enseignant et d'autres déterminants éventuellement conflictuels de l'activité et des apprentissages de l'élève indique des « points critiques » de la formation professionnelle, initiale au sens où elle devrait être le premier point d'entrée dans la profession, puis continuée, pour étayer les potentiels développementaux de l'expérience de la classe.

REFERENCES

- Abboud-Blanchard, M., Cazes, M., & Vandebrouck, F. (2008). Une base d'exercices en ligne dans la classe : l'analyse de l'activité des enseignants. In F. Vandebrouck (Ed.), *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants* (pp. 319-344). Toulouse : Octarès.
- Balacheff, N. (1994). La transposition informatique . Note sur un nouveau problème pour la didactique. In M. Artigue, R. Gras, C. Laborde & P. Tavnignot (Eds), *Vingt ans de didactique des mathématiques en France* (pp.364-370). Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Boero, P., & Consogno, V. (2007). Analysing the constructive function of natural language in classroom discussions. *CERME5, WG 8* (pp. 1150-1159). (http://ermeweb.free.fr/CERME%205/WG8/8_Boero.pdf consulté le 17-01-2011)
- Bressoux, (1994). Les recherches sur les effets-écoles et les effets-maîtres. Note de synthèse. *Revue Française de Pédagogie*, 108, 91-137.
- Brousseau, G. (1995). L'enseignant dans la théorie des situations didactiques. In M.-J. Perrin-Glorian et R. Noirfalise (Eds), *Actes de la 8ème École d'Été de Didactique des Mathématiques* (pp. 3-46). Clermont-Ferrand : IREM Clermont-Ferrand.
- Charles-Pézard, M. (2010). installer la paix scolaire, exercer une vigilance didactique. *Recherches en Didactiques des Mathématiques*, 30(2), 197-261.
- Dorier, J. L. (Ed.) (2000). *On the teaching of linear algebra*. Dordrecht: Kluwer (traduction de la version française : *L'enseignement de l'algèbre linéaire en question*. Grenoble : La pensée sauvage, 1997).
- Douek, N. (2009). Mathématiques, réalité et didactique des domaines d'expérience. *JIEEM*, 1(1), 83-98.

- Duval, R. (2011). Ver e ensinar a matematica de outra forma. Entrar no modo matematico de pensar : os registros de representações semióticas. São Paulo, Br : PROEM Editora.
- Goigoux, R. (2005). Contribution de la psychologie ergonomique au développement de la didactique du français. In A. Mercier et C. Margolinas (eds.), *Balises en didactiques des mathématiques* (pp. 17-39). Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Goigoux, R. (2007). Un modèle d'analyse de l'activité des enseignants, *Education et didactique*, 1(3), 47-70.
- Grandey, A.A. (2000). Emotion regulation in the workplace: A new way to conceptualize emotional labor. *Journal of Occupational Health Psychology*, 5, 59-100. (<http://www.personal.psu.edu/aag6/GrandeyJOHP.pdf>)
- Kozulin, A. (2002). O conceito de atividade na psicologia soviética: Vygotsky, seus discípulos, seus críticos. In H. Daniels, (Ed.), *Uma introdução a Vygotsky*. São Paulo: Loyola.
- Legrand, M. (2009). *Le principe du "débat scientifique" dans nos classes et nos amphis*. http://www-irem.ujf-grenoble.fr/irem/Debat_scientifique/Pres_Debat_Scientifique_01-01-2009.pdf.
- Leplat, J. (1997). *Regards sur l'activité en situation de travail*. Paris : PUF.
- Margolinas, C. (1992). Éléments pour l'analyse du rôle du maître. Les phases de conclusion. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 12(1), 113-158.
- Pariès, M., Robert, A., & Rogalski, J. (2008). Analyses de séances en classe et stabilité des pratiques d'enseignants de mathématiques expérimentés du second degré. *Educational Studies in Mathematics*, 68, 55-80.
- Perrin-Glorian, M.-J., DeBlois, L., & Robert, A. (2008). Individual practising mathematics teachers. Studies in their professional growth. In K. Krainer & T. Woods (Eds.), *Participants in Mathematics Teaching Education* (pp. 35-59). Rotterdam, NL : Sensepublishers.
- Piaget, J. (1975). *L'équilibration des structures cognitives*. Paris : PUF.
- Robert, A. (2007). Stabilité des pratiques des enseignants de mathématiques (second degré) : une hypothèse, des inférences en formation. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 27(3), 271-312.
- Robert, A. (2008). Une méthodologie pour analyser les activités (possibles) des élèves en classe. In F. Vandebrouck (Éd.), *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants* (pp. 45-57). Toulouse : Octarès.
- Robert, A., & Robinet, J. (1996). Prise en compte du méta en didactique des mathématiques, *Recherches en didactique des mathématiques*. 16(2), 145- 176.
- Robert, A., & Rogalski, J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche. *Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, 2(4), 505-528.
- Robert, A., & Rogalski, J. (2005). A cross-analysis of the mathematics teacher's activity. An example in a French 10th-grade class. In C. Laborde M.-J. Perrin-Glorian (Eds.), *Beyond the apparent banality of the mathematics classroom* (pp. 269-298). *Educational studies in mathematics*, 59 (numéro spécial).
- Rochex, J.-Y., & Crinon, J. (Eds.) (2011). *La construction des inégalités scolaires. Au coeur des pratiques et des dispositifs d'enseignement*. Rennes: Presses Universitaires de France.

- Roditi, E. (2003). Régularité et variabilité des pratiques ordinaires d'enseignement. Le cas de la multiplication des nombres décimaux en sixième. *Recherches en didactique des mathématiques*, 23(2), 183-216.
- Rogalski, J. (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. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 23(3), 343-388.
- Rogalski, J. (2004). La didactique professionnelle : une alternative aux approches de « cognition située » et « cognitiviste » en psychologie des acquisitions. *@ctivités*, 1(2), 103-120. (<http://www.activites.org/v1n2/Rogalski.pdf>).
- Rogalski, J. (2008). Mise en regard des théories de Piaget et de Vygotsky sur le développement et l'apprentissage. L'apport complémentaire du cadre théorique de G. Vergnaud. In F. Vandebrouck (Ed.), *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques enseignantes* (pp. 429-456). Toulouse : Octarès.
- Rogalski, J. (2011). Expériences et construction d'invariants : connaissances opérationnelles, schèmes d'action et « qualités ». *Travail et Apprentissages*, 7, 45-61
- Rogalski, J., & Leplat, J. (2011). L'expérience professionnelle : expériences sédimentées et expériences épisodiques. *@ctivités*, 8(2), 4-31. (<http://www.activites.org/v8n2/v8n2.pdf>)
- Saujat, F. (2004). Spécificités de l'activité d'enseignants débutants et "genres de l'activité professorale". *Polifonia*, 8, 67-93.
- Schoenfeld, A. (1998). Toward a theory of teaching-in-context, *Issues in Education*, 4(1), 1-94.
- Silva, C. (2006). Sobre a psicologia ergonomica de Jacques Leplat. *Laboreal*, 11(2), 47-61. (revue en ligne <http://laboreal.up.pt/revista>)
- Tavignot, P. (1995). À propos de la transposition didactique en didactique des mathématiques. *SPIRALE - Revue de Recherches en Éducation*, 15, 31-60. (http://spirale-edu-revue.fr/IMG/pdf/2_TAVIGNOT_Spi15.pdf consulté le 17-01-2011)
- Vandebrouck, F. (2011). Des technologies pour l'enseignement des fonctions du lycée à l'université : activités des élèves et pratiques des enseignants. Habilitation à Diriger des Recherches. Université Paris Diderot. Paris : IREM Paris7.
- Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10(1), 133-170.
- Vergnaud, G. (2009). O que é aprender ? In M. Bittar, & C.A. Muniz (Eds.), *A aprendizagem matematica na perspectiva da teoria dos campos conceituais* (pp. 13-36). Curitiba, BR : Editora CRV.
- Vergnaud, G. (2011). O longo e o curto prazo ne aprendizagem da matematica. *EDUCAR en revista, numero especial 1*, 15-27, Curitiba, BR : UFPR.
- Vygotski L. (1934/1997). *Pensée et langage*. Paris : La dispute.

Submitted: March 2012

Accepted: June 2012