

**INTERACTIONS DIDACTIQUES ET PRATIQUES D'ENSEIGNEMENT, LE CAS DE LA
PROPORTIONNALITE AU COLLEGE.**

Magali HERSANT

Equipe Didirem et IUFM de Versailles

L'objet de ce séminaire était de présenter mon travail de thèse (Hersant, 2001) qui porte sur l'analyse de pratiques d'enseignement des mathématiques dans des classes ordinaires de collège, c'est-à-dire lorsqu'il ne s'agit pas d'ingénierie didactique. Dans mon exposé j'ai principalement traité les aspects de ce travail qui concernent l'institutionnalisation et ce sont les résultats concernant ces mêmes aspects que je reprendrai ici après avoir rappelé la problématique et la méthode d'étude.

I. PROBLEMATIQUE

Dans les pratiques d'enseignement, je m'intéresse à la façon dont le professeur gère l'avancée de son projet dans la classe et contrôle l'avancée des connaissances des élèves. Je cherche à avoir accès à des informations qui se situent au niveau de ce que fait le professeur pour réaliser son projet dans la contingence et au niveau des rôles respectifs du professeur et des élèves dans la construction des connaissances.

En particulier, une des questions que je me pose est de savoir comment le professeur procède au niveau de l'institutionnalisation. Il semble qu'actuellement au collège le cours est très interactif et que la « leçon », c'est-à-dire le moment où les élèves notent sur le cahier ce qu'il y a à retenir a une place réduite. Or ce moment permet habituellement la décontextualisation et l'institutionnalisation des connaissances et savoirs. La question est donc de savoir si ces fonctions de décontextualisation et d'institutionnalisation sont assumées en dehors de la leçon et comment. Pour les élèves, il s'agit de savoir comment ils peuvent alors distinguer ces fonctions qui apparaissent sur un même plan que, par exemple, la correction d'exercices.

Un autre aspect des pratiques d'enseignement questionné concerne l'intégration de logiciels dans la classe. En particulier, j'ai étudié au cours de mon DEA le logiciel *La proportionnalité à travers des problèmes* qui propose aux élèves des problèmes avec explications. Les explications correspondent à une partie de ce que peut dire le professeur en classe et on peut se demander comment s'articulent le travail sur le logiciel et le travail avec le professeur et si le discours du professeur ne se superpose pas au discours dans le logiciel. Par ailleurs, une autre question concerne le rôle des explications et messages dans l'institutionnalisation dans le logiciel et leur impact sur les connaissances des élèves. Pour traiter ce questionnement, j'ai effectué des premiers choix à différents niveaux.

II. PREMIERS CHOIX

1. Approche du problème

Dans le logiciel, les explications tiennent lieu de discours du professeur : elles permettent à la fois de faire avancer les connaissances des élèves et le projet d'enseignement du logiciel. En faisant un parallèle entre le logiciel et la classe, j'ai tenté dans un premier temps d'aborder l'analyse des pratiques d'enseignement en classe du point de vue de l'explication. Je pensais que les explications qui correspondent en quelque sorte à des moments clé du déroulement du projet me permettraient d'en suivre l'avancée. A partir de différents travaux, j'ai donc caractérisé l'explication comme une communication entre un récepteur et un émetteur dont le but est de faire progresser le récepteur sur un domaine particulier de connaissances. Mais, dans la classe les échanges sont plus complexes que cela et je ne voulais pas écarter de l'étude certains moments qui correspondaient à une avancée du projet ou des connaissances des élèves. J'ai donc choisi de m'intéresser aux interactions didactiques, c'est-à-dire aux communications verbales au sujet d'une connaissance ou d'un savoir dans une situation didactique. Les interactions didactiques sont un *moyen d'accéder à la façon dont les connaissances et savoirs se construisent dans la classe (dévolution / institutionnalisation)* et aux rôles respectifs du professeur et des élèves dans cette construction.

2. Observations

Pour permettre des comparaisons, j'ai choisi d'observer un professeur A lorsqu'il utilise le logiciel *La proportionnalité à travers des problèmes* et lorsqu'il ne l'utilise pas, ainsi qu'un professeur B qui n'utilise pas le logiciel.

3. Cadre théorique

Pour cette étude, je me suis placée dans le cadre de la théorie des situations qui modélise les interactions des acteurs à propos d'un savoir et dans laquelle les interactions interviennent notamment dans les processus de dévolution et d'institutionnalisation.

4. Thème mathématique

J'ai aussi choisi un thème mathématique dont je soupçonnais l'enseignement riche en interactions : la proportionnalité. C'est un enseignement qui fait une grande place aux problèmes et dans lequel il y a peu de savoirs décontextualisés à enseigner.

5. Type de corpus analysé

Enfin, l'objectif étant d'étudier la façon dont le professeur gère l'avancée de son projet d'enseignement, j'ai choisi d'analyser, à partir de leurs transcriptions, des périodes assez longues qui correspondent au déroulement d'un objectif d'enseignement.

III. VUE D'ENSEMBLE DU TRAVAIL

Dans mon questionnement, trois pôles interviennent de façon dépendante : le contenu mathématique, le logiciel et les pratiques d'enseignement. L'étude des pratiques d'enseignement constitue le pôle principal de mon travail mais, pour analyser les pratiques en classe, il m'a d'abord semblé nécessaire d'avoir une connaissance de la transposition didactique de la proportionnalité et une connaissance plus précise du logiciel. J'ai donc débuté ma recherche par une étude du contenu mathématique puis une étude du logiciel avant d'en venir à l'étude de pratiques.

1. Étude didactique du contenu mathématique

A partir des programmes, j'ai repéré qu'actuellement l'enjeu principal de l'enseignement de la proportionnalité est de reconnaître si un problème relève ou non de la

proportionnalité, d'en reconnaître les variables, de voir comment on peut l'algébriser et le traiter dans différents registres sémiotiques. Par ailleurs, dans une étude de l'évolution de la transposition de didactique de la proportionnalité, j'ai montré comment les organisations mathématiques actuelles se sont mises en place au cours du 20^{ème} siècle à partir de modifications par petites touches.

En utilisant différents outils, j'ai aussi repéré des variables des problèmes de proportionnalité que j'ai classées en deux groupes : les relations de proportionnalité en jeu (cadre, type de relation, nature des grandeurs et des nombres en jeu), les types de problèmes (application linéaire outil ou objet, place des ostensifs, domaine de l'étude, types de tâches). Cette étude de la proportionnalité permet de compléter les travaux existants dans ce domaine. Les variables précitées sont utilisées pour l'analyse des problèmes du logiciel et pour ceux donnés par les professeurs.

2. Analyse du logiciel

J'ai envisagé les potentialités d'intégration du logiciel à partir d'une analyse de ses problèmes, messages et explications et de l'observation d'élèves travaillant avec.

Ce logiciel correspond à un environnement fermé dans lequel le professeur n'a pas besoin d'intervenir, et peu de difficultés peuvent être prévues en ce qui concerne la dévolution du travail avec le logiciel. En revanche, on peut prévoir des difficultés dans l'articulation du travail papier crayon et du travail avec le logiciel. En effet, le logiciel propose de nombreux problèmes courts et pour les élèves une « multitude » de parcours est possible. Il n'y a pas réellement de mémoire de classe, ce qui entraîne des difficultés au niveau de l'institutionnalisation, avec le professeur, des savoirs rencontrés dans le logiciel. Pour atténuer ces difficultés, il faudrait, par exemple, que le professeur reparte de situations communes à la classe lorsqu'il revient au papier crayon.

3. Les observations

Compte tenu des choix faits, j'ai observé l'enseignement de la proportionnalité dans trois classes :

-la classe A4 qui est classe de 4^{ème} du professeur A où le logiciel est utilisé. C'est la première fois de sa carrière que le professeur intègre un logiciel à son enseignement, mais elle a participé à l'élaboration du logiciel ;

- la classe A3 qui est une classe de troisième du professeur A. Elle est observée un an après la classe A4 et dans un autre établissement ;
- la classe B qui est une classe de 4^{ème} du professeur B, observée, elle aussi, un an après la classe A4.

Ces observations représentent au total vingt-cinq séances sur la proportionnalité qui ont été transcrites. Pour étudier la façon dont le professeur gère l'avancée de son projet dans la classe face à la contingence, il fallait que je me place à un niveau d'analyse assez fin tout en me donnant les moyens de situer les actions du professeur par rapport à son projet et à sa réalisation en cours. J'ai donc procédé par zooms successifs pour entrer dans le corpus, c'est à dire que j'ai découpé le corpus initial en moments de plus en plus petits en faisant des analyses à différents niveaux et en écartant de l'étude certains morceaux de ce corpus.

Le choix des morceaux retenus s'est effectué de la façon suivante. Pour permettre des comparaisons je voulais retenir, si possible, un corpus dans lequel :

- 1/ Les professeurs A et B fonctionnent sur des contenus assez proches ;
- 2/ Ce que fait le professeur A en classe a un lien avec le logiciel.

Par ailleurs, je voulais retenir aussi, si possible, des morceaux de cours riche en interactions.

IV. METHODE D'ETUDE

Pour choisir les morceaux retenus du corpus, j'ai donc procédé à un premier découpage. J'ai repéré les gros objectifs d'enseignement traités dans les classes à partir des entretiens préalables au début de l'enseignement et des exercices choisis par les professeurs. Dans les trois classes on retrouve les mêmes objectifs : les pourcentages d'augmentation / réduction, la notion de vitesse et la linéarité.

Ces objectifs ont permis d'identifier des périodes qui correspondent à leur réalisation et que j'ai appelé des *séquences*.

Ensuite, à partir des exercices proposés aux élèves, des scénarios prévus et des scénarios réalisés pour chacune des séances, j'ai relevé les progressions choisies, situé et caractérisé les régulations effectuées dans chaque classe, précisé les modalités de travail pour la recherche d'exercices et l'institutionnalisation, ainsi que les modalités d'interaction dans la classe. Cela m'a permis d'émettre des hypothèses sur les choix d'enseignement des professeurs. Ce premier niveau d'analyse qui donne une idée de la globalité des

enseignements observés m'a permis de retenir quatre séquences à analyser : celles sur les pourcentages dans les trois classes et celle sur la linéarité dans la classe A4.

1. Présentation des séquences retenues

La séquence sur la linéarité correspond à une articulation entre le travail sur le logiciel et le travail en classe. C'est la seule séquence où cette articulation a lieu. On y observe de nombreuses modifications du projet initial.

Pour la séquence sur les pourcentages dans la classe A4, le travail n'est pas en lien avec le logiciel. Par ailleurs, dans les trois classes observées, les professeurs veulent amener les élèves à calculer le prix résultant d'une augmentation ou d'une réduction sans passer par le calcul de la valeur de l'augmentation ou de la réduction. Cet objectif est explicitement au programme de 3^{ème}, mais dans les deux classes de 4^{ème} (A4 et B), les professeurs le traitent. Cependant, les enseignants n'introduisent pas le coefficient de la même façon. Dans sa classe de 4^{ème} et dans sa classe de 3^{ème}, le professeur A utilise une factorisation dans le cadre algébrique pour obtenir le coefficient de proportionnalité entre le prix initial et le prix final, tandis que le professeur B utilise la linéarité et le passage par la valeur unitaire. Par ailleurs, dans la classe A3, cette séquence présente de nombreux écarts entre le projet initial et sa réalisation, ce qui devrait se traduire par de nombreuses interactions professeur-élèves.

A ce stade de l'analyse, j'ai une idée de la globalité des enseignements observés. Mais les séquences retenues restent des unités assez grosses. Par exemple la séquence dans la classe A3 dure plus de quatre heures. Pour analyser les pratiques comme je le souhaite, un découpage plus fin est nécessaire. J'ai donc effectué un découpage des séquences en phases et épisodes.

2. Découpage des séquences

Une phase correspond à une unité d'activité du professeur et des élèves, c'est une étape de la réalisation du projet du professeur. A l'intérieur de chaque phase, j'effectue un nouveau découpage en épisodes ; un épisode correspondant à une unité de contenu mathématique. Pour illustrer ce découpage, considérons le début de la séquence sur les pourcentages dans la classe A4.

Le premier exercice de la séquence est le suivant. Il est constitué par ce qui n'est pas en gras. Les élèves avaient à le chercher à la maison. Au début du cours, le professeur modifie l'exercice en ajoutant la ligne somme totale et la question 3 qui sont en gras.

Une banque verse 5% d'intérêt annuel sur toute somme d'argent placée. L'intérêt annuel versé est proportionnel à la somme d'argent placée.

1) Complète le tableau suivant :

somme placée	100	200	350	550	660	780	896	s
intérêt								
somme totale								

2) On désigne la somme placée par la lettre s et le montant des intérêts par la lettre i .

Exprime le montant des intérêts en fonction de la somme placée.

3) Exprimer la somme totale en fonction de la somme placée.

A partir de cet exercice modifié, le professeur poursuit deux objectifs, l'un, non déclaré, concerne l'application d'un pourcentage (vu dans les classes précédentes), l'autre, déclaré, concerne le passage direct de la somme placée à la somme totale qui est quelque chose de nouveau pour les élèves.

Dans cette séquence, j'ai repéré quatre phases. Les trois premières ont lieu au cours de la première séance :

-Phase 1 : modification de l'exercice par le professeur, remplissage de la ligne " somme totale", travail individuel (somme totale = somme placée + intérêt)

-Phase 2 : correction des questions 1 et 2 de l'exercice : montant des intérêts, expression algébrique de l'intérêt $i = 0.05s$

-Phase 3 : le professeur pose le problème du passage de la somme placée à la somme totale, la question est résolue collectivement.

-Phase 4 : reprise du problème du passage de la somme placée à la somme totale.

Ensuite, en zoomant encore, dans la phase 1, par exemple, j'ai repéré quatre épisodes désignés par des lettres de (a) à (d).

Epi.	Titre
(a)	Signification de l'expression « somme totale »
(b)	Remplissage individuel de la ligne « somme totale »
(c)	Nouvelle explication de l'expression « somme totale » (incise dans le travail individuel des élèves)
(d)	Fin du remplissage de la ligne « somme totale »

Remarquons que lors du découpage de phases en épisodes, des repères langagiers, comme « d'accord ? », « Bon. » « Alors... » coïncident le plus souvent avec les changements d'épisodes, ce qui permet de valider le découpage.

Revenons maintenant à la méthode d'étude, pour voir où on est dans la réalisation de l'objectif. A ce niveau de découpage, on a des informations sur la façon dont avance le projet du professeur dans la classe, en particulier, on a une chronologie du déroulement du projet. Mais cela ne permet pas encore une analyse au niveau de la façon dont il procède. Pour cela, je reconstruis, lorsque c'est possible, une situation a-didactique dont j'effectue une analyse a priori.

3. Analyse a priori de la séquence

La recherche d'une situation a-didactique associée à un problème présente un double intérêt : elle permet d'abord de statuer sur les possibilités de réalisation de l'objectif du professeur de façon adidactique : elle permettra aussi, ensuite, de situer les actions du professeur en classe par rapport aux caractéristiques de la situation, notamment en termes de modification du milieu, le cas échéant.

Dans l'analyse a priori, je repère essentiellement les enjeux de savoir, ce que peuvent faire les élèves face à la situation et comment l'exercice choisi permet de parvenir à l'objectif fixé.

Reprenons l'exemple précédent. L'exercice est donné par le professeur pour obtenir l'expression du coefficient de proportionnalité entre la somme placée et la somme totale. La question 3 de l'exercice sur l'expression algébrique de la somme totale peut être interprétée comme une situation a-didactique qui modélise ce savoir. Le milieu de cette situation est constitué par le tableau rempli qui permettra de vérifier, éventuellement, que l'on trouve bien

le même résultat en faisant la somme et en multipliant par le coefficient. L'expression algébrique de l'intérêt et celle la somme ($s = x + 0.05x$) font aussi partie du milieu.

Ici, je dis qu'il s'agit d'une situation adidactique puisqu'il y a des moyens de rétroactions, mais en réalité, il s'agit, pour le moment, d'une situation qui possède des potentialités adidactiques. En effet, son déroulement adidactique suppose, entre autres, que les connaissances algébriques des élèves soient disponibles, ce qui n'est pas évident puisqu'en 4^{ème} le calcul algébrique est relativement nouveau pour les élèves qui n'auront pas forcément le réflexe de factoriser.

4. Analyse a posteriori de la séquence

Après cette analyse a priori, j'effectue une analyse a posteriori de la séquence, toujours dans le cadre de la théorie des situations. A ce niveau, l'objectif est de repérer la façon dont procède le professeur et le rôle respectif du professeur et des élèves dans l'avancée des connaissances et savoirs dans la classe. Ici, la notion de milieu, si on utilise la structuration, permet d'identifier les connaissances nécessaires pour agir sur le milieu, mais ne permet pas de savoir comment ces connaissances sont produites. De plus, il n'est pas toujours possible de reconstruire un milieu adidactique.

Pour avoir des éléments plus fins sur les pratiques, j'ai donc utilisé la notion de contrat didactique dont j'ai poursuivi et précisé la caractérisation proposée par Brousseau à l'école d'été de 1995. Cette notion correspond mieux à mon objectif puisque déjà, elle donne des éléments pour analyser les rôles respectifs du professeur et des élèves en termes de répartition de responsabilités.

V. LE CONTRAT DIDACTIQUE : OUTIL POUR CONNAITRE L'AVANCEE DES CONNAISSANCES ET SAVOIRS DANS LA CLASSE

1. Composantes et structuration du contrat didactique

A partir de travaux sur le contrat didactique, j'ai identifié quatre composantes du contrat :

- le domaine mathématique auquel appartient la notion (algèbre, arithmétique) ;
- le style d'enseignement, en considérant, dans une première analyse, principalement deux styles, la transmission du savoir par des situations et la transmission directe du savoir. Bien entendu, le fait de considérer initialement ces deux styles

d'enseignement correspond à une caricature de la réalité puisque des modalités intermédiaires d'enseignement existent ;

- le statut didactique du savoir. Dans son cours à l'école d'été en 1995, Brousseau parle essentiellement du savoir nouveau et dit qu'il faudrait préciser les stratégies didactiques pour les savoirs anciens. En considérant toujours les statuts didactiques par rapport à la ligne ancien / nouveau, j'ai distingué cinq statuts : le savoir entièrement nouveau, le savoir après une première rencontre, le savoir en cours d'institutionnalisation, le savoir institutionnalisé utilisé dans des exercices d'entraînement et le savoir déjà institué que l'on va rappeler ou évaluer ;
- la répartition des responsabilités entre le professeur et les élèves par rapport à la production et à la validation des réponses : responsabilités entièrement du côté de la classe, entièrement du côté du professeur, partagée entre la classe et le professeur, responsabilité laissée à chaque élève de la classe, responsabilité partagée entre le professeur et un élève.

Par ailleurs, j'ai aussi distingué trois niveaux de structuration du contrat qui caractérisent ce qui se passe dans la classe à différentes échelles de temps :

- le macro-contrat qui est à l'échelle de l'enseignement d'une notion ;
- le méso-contrat qui est à l'échelle de la réalisation d'une activité au moins ;
- le micro-contrat qui est à l'échelle de l'épisode.

L'articulation entre les composantes de contrats et les niveaux de structuration de contrats réside dans la stabilité des certaines composantes à certains niveaux.

Au niveau du macro-contrat, le domaine et le style d'enseignement sont des composantes généralement stables. Ensuite, au niveau du méso-contrat, le statut didactique du savoir va aussi se stabiliser le plus souvent. On a alors trois composantes stables. Puis, au niveau du micro-contrat, c'est le partage de responsabilités entre le professeur et les élèves qui va s'ajouter comme une composante stable.

Par ailleurs, selon le style d'enseignement, on peut attendre des associations différentes au niveau des méso et micro contrats. Par exemple, dans le cas de la transmission par des situations, on aura plutôt l'association du savoir nouveau à la responsabilité du côté des élèves. Par contre, dans le cas de transmission directe du savoir, on aura l'association du savoir nouveau à la responsabilité du côté du professeur.

2. Apports de la structuration du contrat didactique à l'analyse de pratique, exemples

La structuration du contrat permet de rendre compte de la façon dont les connaissances progressent dans la classe en termes de responsabilités, de voir qui fait quoi. Pour illustrer la façon dont j'utilise cet outil, reprenons l'exemple de la séquence dans la classe A4.

Le domaine est le domaine arithmétique, avec d'éventuels passages dans le domaine algébrique. Pour cette séquence, le style d'enseignement est plus proche de la transmission par des situations que de la transmission directe du savoir puisque j'ai pu reconstruire une situation a-didactique et que je n'ai pas observé que le professeur « donnait » le savoir.

Dans cette séquence, il y a deux types de savoirs en jeu : un savoir déjà connu qui est l'application d'un pourcentage et qui fait l'objet de la phase 2 ; un savoir nouveau : l'utilisation d'une unique multiplication pour calculer la somme totale. Ce savoir fait l'objet des phases 3 et 4.

Dans la phase 2 qui concerne le savoir déjà connu des élèves, la responsabilité entre le professeur et les élèves se répartit de la façon suivante au cours des dix épisodes.

Épisode	Titre	Responsabilités
Phase 2 : correction des questions 1 et 2		
(a)	Valeur pour 100F	P/ classe
(b)	Signification de 5% d'intérêt : 5F pour 100F	P/ classe
(c)	Calcul de l'intérêt pour 200F(1)	P /classe
(d)	Coefficient entre somme placée et intérêt (2)	P / 2 élèves
(e)	Suite de la correction de la ligne 2 (3)	P/ classe
(f)	Calcul de coefficients analogues	P/ classe
(g)	Fin de la correction de la ligne 2 (4)	P/ classe
(h)	Intervention de Pascal, valeur unitaire (5)	P/Pascal
(i)	Correction de la ligne 3, procédure additive	P/ classe
(j)	Intérêt en fonction de la somme placée	Classe
Phase 3 : problème du passage du prix initial au prix final		
(a)	Expression de la somme finale en fonction de la somme placée	P/ Damien, Romain, Julien
(b)	Justification du coefficient	Romain
(c)	Calcul de coefficients	P/ classe

Dans les trois premiers épisodes qui portent sur des savoirs anciens des élèves (valeur de l'intérêt pour 100F, signification de 5% et valeur pour 200F en utilisant la procédure linéaire), le professeur n'intervient pas dans la production des réponses, mais seulement au niveau de leur validation, et les élèves qui interviennent ne sont pas toujours les mêmes. Par contre, dans l'épisode (d) où il s'agit d'exprimer le coefficient de proportionnalité entre la somme placée et l'intérêt, qui est aussi un savoir ancien pour les élèves, mais qui correspond à un des objectifs fixés par le professeur, la répartition des responsabilités est modifiée puisque le professeur s'appuie sur deux élèves seulement. Puis, pour le reste de la correction de la ligne 2 et le calcul d'autres coefficients de proportionnalité (pour 8%, pour 15%) (e, f, g), le professeur redonne la main à l'ensemble de la classe, en gardant une part de responsabilité dans l'évaluation des réponses.

Dans l'épisode (h), un élève, Pascal, intervient pour proposer de calculer le montant des intérêts en passant par la valeur unitaire. A ce moment-là, la responsabilité est partagée entre le professeur et cet élève que le professeur laisse expliquer son calcul. Cet épisode est une incise dans le travail de la classe, mais la répartition des responsabilités entre le professeur et les élèves correspond, il me semble, à une caractéristique forte de la pratique de l'enseignant, puisqu'alors on aurait pu observer une prise de responsabilité totale du professeur.

Ensuite, pour la correction de la troisième ligne en utilisant la procédure additive (i), la responsabilité est aussi partagée entre les élèves qui produisent les réponses et le professeur qui les valide. En revanche, pour l'expression de l'intérêt en fonction de la somme placée (j), la responsabilité est entièrement laissée aux élèves puisque le professeur note les différentes propositions des élèves au tableau et leur demande d'effectuer un tri pour retenir les bonnes. Dans la phase 3 qui porte sur le savoir nouveau, pour les deux premiers épisodes qui concernent l'expression de la somme finale en fonction de la somme placée et la justification du coefficient de proportionnalité $\times 1.05$, le professeur s'appuie de nouveau sur quelques élèves. Ce partage de responsabilité professeur - quelques élèves va être modifié une fois le coefficient produit puisque le professeur va alors redonner à la classe la responsabilité de la production d'autres coefficients de même type.

Au cours de ces phases, on observe donc que le partage de responsabilités varie en fonction du statut didactique du savoir en jeu et de son lien avec les objectifs de l'enseignant. La responsabilité est souvent partagée entre le professeur et les élèves lorsqu'il s'agit d'un savoir relativement ancien, par contre s'il s'agit de produire quelque chose de nouveau ou de relativement nouveau, comme par exemple dans les épisodes (d) de la phase 2 ou (a) et (b) de

la phase 3, le professeur s'appuie sur quelques élèves de la classe seulement. Ces fluctuations du partage de responsabilités entre le professeur et les élèves ne sont pas, en un sens, très étonnantes dans la mesure où, pour ce qui concerne un savoir nouveau on peut supposer que tous les élèves de la classe ne sont pas capables de participer. Cependant, elles correspondent probablement à une caractéristique de la pratique du professeur qui est d'obtenir, autant que possible, le savoir nouveau de quelques élèves de la classe pour ensuite faire utiliser ce savoir par l'ensemble de la classe. En effet, dans la classe B, comme on va le voir, les fluctuations de responsabilités entre le professeur et les élèves ne sont pas du même type.

Dans cette classe B, pour le même objectif d'enseignement, le professeur propose l'exercice suivant pour débiter la séquence.

a/ L'abonnement annuel à une revue coûte 940F. On propose une réduction de 15%. Calculer le prix réduit.

b/ La TVA est une taxe à la valeur ajoutée au prix d'une marchandise. Le taux de TVA étant égal à 20.6%. Quel est le prix TTC d'une marchandise qui coûte 1250F hors taxe ?

Cet exercice ressemble à celui donné dans la classe A4 et il était aussi à chercher à la maison. Cependant, la question est posée pour une seule valeur à chaque fois et il n'y a pas d'algèbre. Il n'y a donc pas de rétroaction possible. Par ailleurs, on peut s'attendre à ce que les élèves calculent la valeur de la réduction ou de la TVA à chaque fois et calculent la valeur finale en faisant une somme. Pour cette séquence, je n'ai pas pu reconstruire une situation a-didactique, mais les outils d'analyse présentés précédemment fonctionnent aussi dans ce cas.

Pour obtenir le coefficient de proportionnalité, le professeur B va procéder de la façon suivante. Au cours de la phase 1 (sept épisodes), il s'agit de faire un rappel sur les pourcentages, et notamment de rappeler ce que le professeur désigne par la « phrase-clé », par exemple : « si on a une augmentation de 5%, le prix de l'augmentation est de 5F pour 100F et le prix final est de 105F ». La phase 2 concerne la correction de la question a/ de l'exercice. Je l'ai découpée en sept épisodes au cours desquels les responsabilités se répartissent de la façon suivante.

Épisode	Titre	Responsabilités
Phase 2 : correction de la question a/		
(a)	Production de la phrase-clé pour l'exercice (3)	P
(b)	Calcul du prix final pour 10F, 20F, 40F, 500F et 400F (4)	P/ classe
(c)	Explication de la procédure linéaire à une élève	P
(d)	Calcul du prix final correspondant à 940F (5)	P
(e)	Explication de la procédure linéaire à un élève (6)	P
(f)	Calcul du coefficient de proportionnalité entre le prix initial et le prix final	P
(g)	Calcul du prix final en utilisant le coefficient $\times 0.85$	Chaque élève

Dans l'épisode (a), le professeur demande aux élèves de produire la phrase-clé dans le cas de 15% de réduction. Pour cela, elle procède par analogie et donne pratiquement la réponse, c'est pourquoi je dis qu'elle a la responsabilité de la production.

Ensuite, dans l'épisode (b), le professeur B reconstruit de façon ostensive le tableau que le professeur A donnait dans l'énoncé. Il s'agit d'utiliser la propriété de linéarité qui est un savoir ancien, B laisse la responsabilité aux élèves. Puis, dans les épisodes (d) et (e) où la propriété de linéarité additive est en jeu et dans lesquels il s'agit de calculer le prix final, le professeur a la responsabilité de la production. En fait, comme la plupart des élèves ne comprennent pas pourquoi le professeur passe par ces valeurs, l'enseignant est obligé de donner les réponses. Dans ces épisodes, le professeur justifie la proportionnalité entre le prix initial et le prix final dans le cadre arithmétique en montrant que l'on fait les mêmes opérations sur le prix initial et sur le prix final. Cela va justifier l'utilisation d'un coefficient de proportionnalité et sa recherche par le moyen habituel dans l'épisode (f) où le professeur a encore la responsabilité de la production. Enfin, dans l'épisode (g), en demandant aux élèves de calculer individuellement le prix final avec le coefficient, le professeur redonne la responsabilité de la production à chaque élève.

Dans cette phase 2, le partage de responsabilités varie encore en fonction du statut didactique du savoir. Mais ces variations ne sont pas du même type que celles observées précédemment. Il y a peu de moments didactiques et le professeur assume pratiquement seul la responsabilité dans la production du savoir.

3. Point sur la méthode d'étude

En utilisant conjointement la notion de milieu et la structuration du contrat didactique, et notamment les composantes « statut didactique du savoir » et « partage de responsabilités », j'ai repéré la façon dont les connaissances et savoirs avancent dans la classe. Cela me permet de savoir, en particulier, comment les deux professeurs arrivent au coefficient de proportionnalité (quels rôles elles laissent aux élèves et quels rôles elles assument entièrement, éventuellement). J'ai, par ailleurs, montré que le professeur B justifie quelque chose que A ne montre pas. Cependant, ce qui n'apparaît pas encore de façon précise dans cette analyse, ce sont les gestes didactiques du professeur qui permettent l'avancée des connaissances, ce que je vais aborder maintenant.

VI. L'ANALYSE DES INTERACTIONS

1. Présentation de la grille d'analyse

L'étude des interactions sera faite à l'aide d'une grille établie autour de deux types de variables. Le premier type est celui de l'interaction comme communication entre des personnes (interlocuteurs, objet, but, résultat) ; il correspond à un aspect local de l'interaction. Par exemple, l'objet de l'interaction peut-être une procédure de calcul ou la justification d'une réponse. Le but de l'interaction peut-être différent pour chacun des interlocuteurs. Ainsi, lors d'une même interaction, le professeur peut chercher à rectifier l'erreur d'un élève alors que, pour certains élèves de la classe, il s'agira de montrer au professeur qu'ils connaissent une procédure correcte. Le second type de variables met en perspective l'interaction didactique dans le déroulement du projet du professeur à partir de sa fonction didactique et de son mode. La fonction didactique est le rôle que joue l'interaction dans le déroulement du projet du professeur. Elle se traduit localement en buts du professeur. Le mode est la façon dont le professeur gère cette interaction.

Ces deux dernières variables sont utilisées tout au long de l'analyse des pratiques et, particulièrement, pour l'analyse fine d'interactions qui correspondent à une avancée des connaissances dans la classe ou à une difficulté significative. Ces échanges peuvent être soit à l'initiative du professeur, soit à l'initiative des élèves.

2. Exemples

Par exemple dans la classe A4, j'ai retenu une interaction dans l'épisode (g) de la phase 2 car elle correspond à un moment où le professeur institutionnalise l'utilisation du coefficient de proportionnalité pour le calcul de l'intérêt. Dans cette interaction, ce qui apparaît correspond à ce qui me sert le plus dans l'analyse de la fonction et du mode.

Interaction 4 : De la sûreté de la procédure coefficient décimal, valorisation de la procédure coefficient décimal pour le calcul de l'intérêt

<p>A : Et puis, donc ici (896) c'est combien ?</p> <p>Floriane : 46</p> <p>A : quarante... ah, non.</p> <p>Ee : 44 / 46</p> <p>A : 44 virgule 80. Alors, faut expliquer à Floriane comment vous avez fait. On va voir ça. Et puis, je crois que y'a peut être pas trente-six méthodes hein. Quelle est la seule qui pourrait heu... nous éviter de commettre des erreurs ? Jérémie.</p> <p>Jérémie: 896 divisé par 20.</p> <p>A : oui, c'est ça ou multiplié par...</p> <p>ee : 0.05.</p> <p>A : ah, je crois que le coefficient, là, il sert. Parce que huit cent quatre heu... à moins que quelqu'un ait bien le sens des nombres, moi j'en sais rien. Vous avez ajouté, là, des cases pour trouver 896 ? Vous avez multiplié une des cases par un nombre pour trouver 896 ? Non. Donc, là on est coincé, on est bien obligé d'utiliser le coefficient.</p>	<p><u>interlocuteurs</u> : A, Floriane, Jérémie, ee</p> <p><u>objet</u> : procédure coefficient décimal pour le calcul de l'intérêt</p> <p><u>but</u> : pour A, permettre à Floriane de rectifier son erreur ; pour Jérémie, montrer qu'il sait</p> <p><u>fonction de l'interaction</u> : marquer la procédure coefficient décimal pour le calcul de l'intérêt,</p> <p><u>mode</u> : A valorise la procédure en évoquant sa sûreté</p> <p><u>résultat</u> : Jérémie donne la méthode qu'il a utilisée, cela permet de rectifier l'erreur de Floriane</p>
--	--

Cette interaction a lieu alors que la responsabilité est du côté de la classe. Elle illustre le geste utilisé par le professeur pour réorienter le travail vers l'utilisation de la procédure coefficient décimal lors de l'erreur d'une élève : A évoque la sûreté de la procédure.

Prenons un exemple dans la classe B maintenant avec l'interaction 3 qui se situe au début de la phase 2, au moment où le professeur demande aux élèves de produire la phrase-clé.

Interaction 3 : Production de la phrase-clé

<p>B : La réduction de 15%, voulez-vous, comme vous me l'avez dit tout à l'heure en revenant sur ce nombre-clé de 100. Ca veut dire quoi réduction de 15%, Arnaud ?</p>	<p><u>interlocuteurs</u> : B, Arnaud, Marine, Charlotte</p>
<p>Arnaud : ça revient à dire que... on heu... multiplie par 15 divisé par...</p>	<p><u>objet</u> : sens de</p>
<p>B : non, c'est pas ça. C'est pas ce que j'ai dit jusque là. Je voudrais que tu reviennes à la phrase qu'on a donnée tout à l'heure...</p>	<p>15% de réduction</p>
<p>Arnaud : ben...</p>	<p><u>but</u> : pour le professeur,</p>
<p>B : chut.</p>	<p>obtenir la</p>
<p>Marine : si on a 100 francs...</p>	<p>« phrase-clé »</p>
<p>B : alors, sur <i>B note au tableau</i> prix in... je vais dire ici prix initial. (...) si je prends un prix initial de 100F ... <i>Les élèves parlent beaucoup.</i> (...) Si j'ai un prix initial de 100 francs, ça voudra dire quoi ... ma réduction de 15% Charlotte, s'il te plaît ?</p>	<p><u>fonction</u> de l'interaction : produire la phrase-clé</p>
<p>Charlotte : ben, on fera moins...</p>	<p><u>mode</u> : appel à l'analogie, effet</p>
<p>B : j'ai une réduction, alors vous me mettez prix initial, vous m'écrivez réduction 15 francs, je laisserai tomber les francs puisque je les mettrai au début puisque ... <i>B a noté au tableau. Vous m'écrivez ceci s'il vous plaît. ...</i></p>	<p>Jourdain</p>
<p>Prix initial 100....(...) Vous m'écrivez prix initial, 100 francs, vous m'écrivez réduction 15 francs et vous m'écrivez prix réduit et vous procédez comme moi au tableau s'il vous plaît parce qu'on va avoir des colonnes. Pour le prix... prix réduit, vous faites le calcul de tête ... vous aurez à payer combien ?</p>	<p><u>résultat</u> : B obtient la définition attendue</p>
<p>Marine : 100 moins 15 85</p>	
<p>Pe : 85 francs.</p>	
<p>B : 85 francs. Vous faites 100 moins 15, bien sûr 85.</p>	

Dans cette interaction, le professeur procède par analogie pour obtenir la phrase-clé et utilise un effet Jourdain. La responsabilité est plutôt du côté du professeur, c'est une forme d'ostension.

3. Problèmes méthodologiques

Cette méthode d'analyse permet d'identifier et de caractériser les façons de procéder des deux professeurs observés. Cependant, la grille utilisée n'est pas tout à fait satisfaisante. En particulier, il n'est pas toujours facile de distinguer la fonction didactique et le mode. Par exemple, dans ma thèse, « orienter la recherche » a quelquefois été considéré comme un mode, quelquefois comme une fonction didactique. En fait, il me semble qu'il faudrait préciser la définition de « fonction didactique », puisque finalement le mode et la fonction didactique sont deux moyens de réalisation du projet du professeur, mais à des niveaux différents. Le mode est un moyen de réalisation plus local du projet. Il va, par exemple, correspondre à un moyen d'obtenir des élèves une réponse attendue ; la fonction didactique devrait peut-être être plus liée à l'avancée du savoir dans la classe.

Par ailleurs, la méthode utilisée est lourde, ce qui constitue une limite importante de ce travail, comme pour la plupart des travaux sur les pratiques d'enseignement qui procèdent par études de cas.

VII. RESULTATS DE LA RECHERCHE

Ce travail apporte, d'une part, une connaissance fine des pratiques des professeurs A et B et fournit, d'autre part, des résultats sur le plan théorique avec la précision de la notion de contrat didactique et la caractérisation du cours dialogué.

1. Les pratiques des professeurs A et B

L'analyse des trois séquences retenues m'a permis de caractériser les pratiques habituelles des enseignants, d'identifier des points communs aux deux professeurs et des différences, pressenties à première vue, dans la gestion de certains moments de l'enseignement. En particulier, notamment en ce qui concerne les aspects de l'enseignement qui sont relatifs à la production du savoir et à son institutionnalisation, au sens large, en considérant, aussi par exemple la fonction didactique d'étiquetage de certains éléments qui joue un rôle dans la constitution de la mémoire de la classe nécessaire à la réalisation de l'institutionnalisation, la place accordée à la formulation de savoir, ainsi que les traces écrites laissées aux élèves ou encore l'adaptation du projet aux connaissances des élèves.

a) La production du savoir nouveau : le choix des exercices, le rôle du professeur et des élèves

Dans les trois classes, les professeurs traitent les mêmes aspects de la proportionnalité (linéarité, vitesse, pourcentage). Dans les classes de 4^{ème}, les professeurs abordent un objectif qui est explicitement au programme de 3^{ème}. De plus, dans ces classes, la séquence sur les pourcentages débute par la correction d'un exercice cherché à la maison et la question du passage du prix initial au prix final est posée oralement. Tandis que dans la classe de 3^{ème} du professeur A, cette séquence débute par un exercice que les élèves cherchent en classe.

Par ailleurs, les professeurs n'introduisent pas de la même façon le coefficient de proportionnalité, ni du point de vue mathématique, ni du point de vue didactique puisque la répartition des responsabilités entre les élèves et le professeur n'est pas la même à ce moment là, comme on l'a vu dans les exemples précédents. Dans ses deux classes, le professeur A laisse les élèves exprimer les procédures qu'ils ont utilisées pour résoudre un problème dans lequel il s'agit d'utiliser un savoir ancien, puis « surfe » sur les interventions des élèves pour, d'une part, permettre un rappel des connaissances anciennes et, d'autre part, institutionnaliser la procédure coefficient décimal pour le calcul de l'augmentation. Elle pose oralement le problème du passage direct du prix initial au prix final à l'ensemble de la classe, pour qu'il soit résolu collectivement, et s'appuie sur les interventions de quelques élèves pour obtenir ce coefficient de proportionnalité k qu'elle demande ensuite à l'ensemble de la classe de justifier. Par ailleurs, le professeur A s'attache à laisser aux élèves la responsabilité de la production et de la validation de leur production dans le cas d'un savoir déjà rencontré mais encore enjeu d'apprentissage. Dans sa classe de 3^{ème} où les élèves travaillent en groupe, les interventions qu'elle effectue dans les groupes sont à cet égard tout à fait caractéristiques.

Au contraire, le professeur B ne demande pas aux élèves d'exprimer les procédures qu'ils ont utilisées pour résoudre un exercice portant sur l'application de pourcentage et qui lui sert de support pour la production du coefficient de proportionnalité k . Elle dirige la correction en découpant la tâche en sous-tâches, « maîtrise » les interactions didactiques dans la classe et oriente la recherche de façon à obtenir le coefficient de proportionnalité k tel qu'elle l'avait prévu, à partir de l'image de 1 obtenue en utilisant la linéarité. De cette façon, B ferme la situation au départ et algorithmise dès le début de la séquence une façon de trouver le coefficient de proportionnalité k .

D'autres différences ont été pointées au niveau de l'évolution du transfert de responsabilités vers les élèves. Ainsi, si les deux professeurs peuvent proposer une suite d'exercices plus ou moins répétitifs, elles gèrent, en revanche, différemment cette succession

d'exercices : A propose des exercices qui mettent en jeu différents points de vue sur le savoir et laisse, à certains moments, aux élèves la responsabilité de la validation, tandis que B propose des exercices moins variés et ne laisse pas aux élèves de responsabilité dans la validation.

b) Ce qui est étiqueté et pourquoi

L'étiquetage d'une procédure ou d'une connaissance permet de rappeler rapidement auprès des élèves cette procédure ou cette connaissance et joue un rôle dans la constitution de la mémoire de classe.

Par exemple, parce qu'elles procèdent différemment pour produire le savoir nouveau, les deux professeurs n'ont pas besoin de convoquer rapidement les mêmes éléments et n'étiquettent donc pas les mêmes choses. A qui s'appuie sur les productions des élèves pour produire le savoir nouveau désignera plutôt une procédure par le nom d'un élève (« la procédure de Thomas »), tandis que B qui procède en dirigeant le travail des élèves et qui a besoin d'indiquer aux élèves quelle procédure elle veut qu'ils utilisent créera un lien, tout à fait pertinent d'ailleurs, entre calcul mental et procédure linéaire et un autre lien entre calculatrice et procédure coefficient décimal. Ainsi, l'étiquetage du professeur A est provisoire et destiné à être oublié alors que celui du professeur B fait partie du savoir institutionnalisé.

On voit ici qu'il y a une place pour des savoirs provisoires dans un cas et pas dans l'autre : le professeur A a besoin d'une mémoire didactique, ce qui n'est pas nécessaire pour le professeur B puisque la structuration du savoir tient alors lieu de mémoire.

c) L'institutionnalisation : décontextualisation et dépersonnalisation des connaissances

Dans les deux classes du professeur A (avec et sans logiciel), l'institutionnalisation est caractérisée par une forte " dilution " tout au long de la séquence et le peu de structuration et de décontextualisation du savoir : c'est le cours dialogué. Pour les séquences sur les pourcentages, le professeur amène petit à petit les élèves à utiliser le coefficient de proportionnalité k , toujours en rebondissant sur leurs interventions, en faisant des remarques sur le domaine de validité de la procédure qui utilise le coefficient k , sur l'intérêt mathématique de cette procédure et sur son intérêt pour les élèves qui se destinent aux métiers du commerce. Toutefois, elle n'exclut pas l'utilisation d'autres procédures comme la procédure

linéaire. Des gestes d'institutionnalisation de l'utilisation du coefficient k pour le calcul du prix final se retrouvent pratiquement tout au long de la séquence et il n'y a pas de moment " formel " de cours. Le savoir nouveau est peu structuré et n'est pas décontextualisé, mais les élèves savent dans quels types de problèmes il intervient.

Dans la classe du professeur B, le savoir est proposé dès le début de l'enseignement sous la forme où il sera institutionnalisé. L'institutionnalisation s'effectue essentiellement lors de la " leçon " qui a lieu à la fin de la séquence et en référence aux attentes de l'institution : le professeur institutionnalise le savoir et la formulation du savoir que les élèves doivent utiliser, en particulier pour le contrôle. L'institutionnalisation s'effectue à partir d'exemples proches des exercices effectués en classe, mais sans que la question de l'utilisation du savoir soit explicitement posée. Cependant, les exercices d'entraînement proposés au cours de la leçon permettent aux élèves de savoir comment utiliser ces savoirs. Le savoir est structuré et peut être décontextualisé.

d) Les traces écrites laissées aux élèves

Dans les classes du professeur A, les traces écrites pour les élèves sont composées de la correction de certains exercices qui correspondent aux notes de cours et de " remarques " notées sur les feuilles d'exercices. Ces notes restent contextualisées et ne présentent pas le savoir sous une forme structurée. De plus, comme le professeur A ne se réfère pas aux éléments de cours donnés dans le livre, les élèves n'ont pas forcément les moyens de retrouver le savoir à connaître.

En revanche, dans la classe B, les élèves disposent, d'une part, des notes de correction des exercices, et d'autre part, des notes de la leçon qui présentent le savoir sous une forme structurée et quelquefois décontextualisée. De plus, au cours de la leçon, le professeur B indique aux élèves où retrouver certains éléments de cours dans le manuel. La façon dont procède le professeur B devrait donc permettre aux élèves de retrouver facilement, soit dans la leçon qu'ils ont copiée, soit dans leur manuel, le savoir institutionnalisé.

2. Apport théorique

Les composantes du contrat didactique que j'ai identifiées ainsi que les niveaux de contrat distingués sont des outils d'analyse qui permettent de rendre compte de la façon dont les connaissances progressent dans une classe : comment le professeur gère la production du savoir nouveau, comment il fait intervenir les différentes connaissances en jeu au fil de

l'avancée du temps didactique, comment il répartit (localement) les responsabilités par rapport au savoir entre le professeur et les élèves. Ces outils donnent un cadre pour l'analyse de classes ordinaires, même lorsqu'il n'est pas possible de reconstituer de milieu adidactique (cas de la transmission directe). Les ruptures apparaissent quand une composante, en principe stable à un niveau de contrat, change de valeur : par exemple, un retour en arrière sur le savoir en jeu, une « fermeture » de la situation par le professeur.

a) *Caractérisation du cours dialogué*

L'utilisation de ces outils permet de caractériser la pratique de « cours dialogué » dans laquelle le professeur choisit de s'appuyer sur un problème pour réaliser son objectif mais n'effectue pas réellement la dévolution du problème à ses élèves puisque la responsabilité de la production des connaissances et de leur évaluation est laissée aux élèves à de rares moments, tandis que le professeur privilégie une résolution collective et guidée du problème, en s'appuyant sur quelques élèves de la classe. Dans cette façon de procéder l'institutionnalisation est très diluée tout au long de l'enseignement.

Dans un enseignement par transmission directe aussi bien que dans un enseignement par des situations, c'est-à-dire avec un style d'enseignement de type constructiviste, on peut observer des phases qui correspondent à une unité d'activité pour le professeur et les élèves et au cours desquelles les différentes composantes du contrat didactique restent stables, y compris le statut du savoir et le partage de responsabilité entre le professeur et les élèves. On peut donc définir un méso-contrat caractéristique de chacune de ces phases. Par exemple dans un enseignement de type constructiviste, on trouvera un savoir nouveau avec une responsabilité laissée à l'élève pour une phase de recherche, alors que dans un enseignement par transmission directe on aura l'association du savoir nouveau à la responsabilité du côté du professeur et que la responsabilité sera laissée à l'élève pour un savoir déjà institutionnalisé. On n'a pas la même association des composantes dans le méso-contrat mais on peut identifier un méso-contrat par une certaine stabilité des composantes au cours d'une phase, même si on peut trouver ici ou là quelques inversions de responsabilité entre le professeur et l'élève.

Dans le cours dialogué, au contraire, le fait que le professeur surfe sur les interventions des élèves pour faire avancer son projet d'enseignement entraîne des modifications fréquentes du partage des responsabilités entre le professeur et les élèves et il est difficile d'identifier un méso-contrat. Cette difficulté est accrue par le fait que le savoir a, pendant une longue période, un statut intermédiaire de savoir en cours d'institutionnalisation.

Pour ces raisons, je considère le cours dialogué comme une valeur de la composante « style d'enseignement », composante stable au niveau du macro-contrat, au même titre que la transmission directe ou la transmission par des situations. Le « cours dialogué » peut donc être associé à un macro-contrat de transformation de connaissances des élèves dans lequel il y a une certaine incertitude du côté du professeur puisque si les élèves ne « coopèrent » pas au déroulement du projet, le projet ne peut se réaliser. Cependant cette incertitude est moins grande que dans un contrat de type constructiviste. Sa gestion requiert des régulations au niveau du système élève-milieu et un contrôle fréquent de l'avancée des connaissances des élèves. Enfin, dans ce type de contrat les connaissances intermédiaires ont une place.

3. Prolongements

Un premier prolongement de ce travail concerne la formation d'enseignants et l'analyse de pratiques d'enseignement à partir d'un corpus plus large pour apprécier la stabilité des pratiques observées et mieux cerner ce que ces pratiques ont de commun dans leur diversité. Une des questions à laquelle mon travail n'a pas répondu est celle de l'analyse de l'impact des pratiques sur les apprentissages. Même si j'ai observé à certains moments des avancées des connaissances de certains élèves dans la classe B ou dans la classe A3, des questions restent posées sur la relation entre les pratiques des professeurs et la pérennité, la mobilisation et l'adaptabilité des connaissances acquises. Pour cela il faudrait compléter la méthode par un versant élève.

Enfin, une part importante du travail à venir concerne la confrontation de cette recherche avec d'autres travaux sur les pratiques d'enseignement des mathématiques.

BIBLIOGRAPHIE

- Balacheff, 1991, Nature et Objet de raisonnement explicatif, in Séré, Weil-Barras, *Actes du colloque L'explication dans l'enseignement et l'EIAO*, Ed Paris-Onze
- Balacheff, 1994, Didactique et intelligence artificielle, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Vol 14 1.2, Eds La Pensée Sauvage
- Brousseau & Centeno, 1991, La mémoire du système didactique, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, vol 11.2-3, pp 167-210
- Brousseau Guy et Nadine 1987, Rationnels et décimaux dans la scolarité obligatoire

- Brousseau, 1980, Problèmes de l'enseignement des décimaux, *Recherches en Didactique des Mathématiques Vol. 1.1*, pp. 11-56, Ed. La Pensée Sauvage
- Brousseau, 1981, Problèmes de didactique des décimaux, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Vol 2.3, pp. 37-127, Ed. La Pensée Sauvage
- Brousseau, 1986, Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, vol 7.2, pp. 33-115
- Brousseau, 1986, Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques, *Recherches en Didactique des Mathématiques* 7.2, pp. 33-11.5, Ed. La Pensée Sauvage
- Brousseau, 1989, Le contrat didactique : le milieu, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, vol 9.3, pp 309-336.
- Brousseau, 1996, L'enseignant dans la théorie des situations didactiques, *Actes de la 8^{ème} Ecole d'Eté de didactique des mathématiques*, in Perrin-Glorian, Noirfalise (ed), I.R.E.M. de Clermont-Ferrand, pp. 3-46
- Cauzinille & Mathieu 1991, Explications, guidages cognitifs et méta-cognitifs, *Actes du colloque L'explication dans l'enseignement et l'EIAO*, Ed. Paris Onze
- Cauzinille & Melot, 1998, Explication et apprentissage : l'analyse d'un dialogue tutoriel dans l'enseignement de l'algèbre, *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique*, sous la direction de Dumas-Carré et Weil-Barais, Ed. Peter Lang
- Comiti & Grenier, 1996, Etude de quelques phénomènes typiques de l'activité didactique, *Actes de la 8^{ème} Ecole d'été de didactique des mathématiques*, in Perrin-Glorian, Noirfalise (ed), I.R.E.M. de Clermont-Ferrand, pp 57-65
- Comiti & Grenier, 1997, Régulations didactiques et changements de contrats, *Recherches en Didactique des Mathématiques* 17.3, pp 81-102
- Comiti, Grenier, Margolinas, 1995, Niveaux de connaissances en jeu lors d'interactions en situations de classe et modélisation de phénomènes didactiques liés à ces interactions in Arzac, Grea, Grenier, Tiberghien (eds), *Différents types de savoirs et leur articulation*, pp 93-112, Ed. La Pensée Sauvage
- Duval, 1992, Argumenter, Démontrer, Expliquer : continuité ou rupture cognitive ?, *Petit x n^o 31*, pp 37-61
- Hersant, 2001, *Interactions didactiques et pratiques d'enseignement, le cas de la proportionnalité au collège*, Thèse Université Paris 7
- Mopondi, 1995, Les explications en classe de mathématiques, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, vol 15-3, pp 7-52

- Perrin-Glorian, 1996, Gestion didactique de moments a-didactiques : enseignement de la valeur absolue en classe de seconde, *Actes de la 8^{ème} Ecole d'Eté de didactique des mathématiques*, in Perrin-Glorian, Noirfalise (eds), I.R.E.M. de Clermont-Ferrand, pp. 69-82
- Perrin-Glorian, 1999, Analyse d'un problème de fonctions en termes de milieu : structuration du milieu pour l'élève et pour le maître, *Analyse des pratiques enseignantes et didactique des mathématiques*, *Actes de l'Université d'été de la Rochelle*, pp 17-38, I.R.E.M. de Clermont-Ferrand, Noirfalise
- Sierpiska, 1995, *La compréhension en mathématiques*, De Boek Université
- Soury-Lavergne, 1998, *Etayage et explication dans le préceptorat distant, le cas de TéléCabri*, Thèse de l'Université Joseph-Fourier Grenoble 1