

De la position d'étudiant à la position d'enseignant : l'évolution du rapport à l'algèbre de professeurs stagiaires.

Agnès Lenfant

IUFM de Reims et équipe DIDIREM Paris 7

Le travail présenté dans cet article a été mené dans le cadre de notre thèse (Lenfant, 2002). Il est centré sur l'étude de la constitution et de l'évolution du rapport à l'algèbre de professeurs stagiaires. Nous en présenterons la problématique, ainsi que le cadre théorique et la méthodologie adoptée. Puis, nous proposerons différents résultats dans les paragraphes III et IV.

I. Problématique de la recherche

Cette recherche a son origine dans les préoccupations de l'équipe des formateurs de mathématiques de l'IUFM de Reims chargés de la formation professionnelle initiale des professeurs de lycées et de collèges stagiaires (PLC2). Lors des journées de formation en didactique des mathématiques, nous avons l'impression d'aller toujours trop vite, de vouloir en faire trop pour être réellement efficaces, de ne pas disposer des informations nécessaires pour faire des choix pertinents. Dans notre thèse, nous avons choisi de faire un pas de côté par rapport à cette formation pour étudier et déterminer quelles entrées seraient à même d'être efficaces, compte tenu des contraintes pesant sur la formation initiale. Notre recherche s'inscrit ainsi dans l'ensemble croissant des recherches sur la constitution de la professionnalité enseignante menées dans divers champs théoriques, dont celui de la didactique des mathématiques. En effet si, dans les premiers travaux de recherche, les priorités des didacticiens étaient la compréhension de la cohérence de l'élève et la construction d'ingénieries didactiques en accord avec la théorie pour instrumenter l'enseignement, les difficultés des enseignants à respecter les scénarios élaborés par les chercheurs et à reproduire ces ingénieries ont imposé progressivement l'enseignant à l'attention des didacticiens (Margolinas, Perrin, 1997). Puis la création des IUFM en France et l'implication croissante des didacticiens dans la formation des maîtres ont conduit à un accroissement des recherches sur l'enseignant. Ces recherches se réfèrent à des cadres théoriques distincts et abordent des questions riches et variées comme l'attestent les synthèses

de C.Margolinas ou M.L.Schubauer-Léoni à la 10^{ème} école d'été de didactique des mathématiques (1999). Les questions abordées pour l'étude de ce qui touche à l'enseignant en classe dans les recherches françaises actuelles sont, par exemple, la détermination des contraintes et des marges de manœuvre de l'enseignant, la recherche des caractéristiques de la position d'enseignant dans une institution didactique, l'identification des moyens utilisés par l'enseignant pour gérer son projet d'enseignement et la place laissée à l'élève dans la réalisation de ce projet, la recherche de régularités et de variabilités dans les pratiques des enseignants, la compréhension de la construction des connaissances de l'enseignant.

Malgré ce foisonnement de travaux il reste de nombreuses questions ouvertes notamment en ce qui concerne la constitution des pratiques professionnelles enseignantes. Pour contribuer à leur étude, nous avons choisi de tenter de cerner comment se construit un rapport professionnel à l'algèbre chez des enseignants stagiaires de mathématiques.

Ce choix du domaine de l'algèbre a été motivé par plusieurs raisons :

- c'est un domaine où, pour un certain nombre d'élèves, débute l'échec en mathématiques, les mathématiques cessant brutalement de prendre sens, et il est donc à ce titre crucial.
- C'est un domaine qui concerne l'ensemble de nos professeurs stagiaires : il est officiellement au cœur de l'enseignement à partir de la quatrième mais, dès la sixième, l'entrée dans l'algèbre est préparée par un ensemble d'activités relevant du pré-algébrique.
- C'est un domaine qui semble a priori facile aux étudiants. Ils se sont habitués depuis longtemps à penser algébriquement, ils maîtrisent les techniques algébriques en jeu dans l'enseignement secondaire. Comprendre les difficultés des élèves nécessite pour eux une véritable reconstruction, sans nécessiter pour autant de connaissances mathématiques nouvelles. La position d'étudiant et celle d'enseignant se démarquent donc plus visiblement dans les besoins en connaissances. La situation serait toute autre si l'on choisissait la géométrie plane ou plus encore dans l'espace, les statistiques ou les probabilités.
- C'est un domaine qui a donné lieu à de très nombreuses recherches didactiques et pour lequel l'effort de capitalisation des acquis est important. On connaît assez bien aujourd'hui les difficultés qui jalonnent l'avancée dans le champ de l'algèbre élémentaire ainsi que les dysfonctionnements de l'enseignement. On dispose de différentes ressources d'ingénierie didactique, mais l'exploitation de ces ressources par un enseignant standard et plus encore par un enseignant débutant, on le sait, ne va pas de soi.

Dans notre recherche, nous nous sommes alors proposé d'étudier les questions clés suivantes : comment se construit et évolue la vision des enjeux de l'enseignement de l'algèbre chez les professeurs stagiaires de mathématiques ? Comment se construit et évolue leur vision des élèves, de leurs difficultés, des obstacles qu'ils doivent surmonter ? Comment élaborent-ils des stratégies d'enseignement et quelles sont leurs priorités dans cette élaboration ? Comment analysent-ils leurs pratiques, les difficultés éventuelles qu'ils rencontrent, les décalages entre leurs attentes et la réalité de la classe ?

II. Cadre théorique et méthodologie

Le cadre théorique de cette recherche s'articule autour de deux types de travaux didactiques : des travaux plus particulièrement centrés sur l'enseignant et des travaux plus spécifiques à l'algèbre.

En ce qui concerne l'enseignant, nous avons exploité deux approches :

- la théorie anthropologique du didactique qui définit, en particulier, un cadre d'analyse des pratiques enseignantes à travers l'étude des praxéologies¹ mathématiques et didactiques mises en place par les professeurs (Chevallard, 1999) ;
- la double approche des pratiques enseignantes (Robert, Rogalski, 2002) qui s'appuie sur des travaux de psychologie ergonomique et de didactique des mathématiques et dont l'objectif est de contribuer à l'analyse et à la compréhension des pratiques des enseignants du point de vue de ce qu'elles peuvent engendrer en terme d'apprentissage des élèves et du point de vue des impératifs professionnels auxquelles elles répondent. De ce cadre nous avons retenu des hypothèses relatives aux pratiques enseignantes, qui nous semblent primordiales à prendre en compte dans l'étude des questions que nous nous posons : les pratiques enseignantes sont complexes, stables et cohérentes et elles résultent de recompositions personnelles à partir de connaissances, de représentations, d'expériences des enseignants.

En prenant en compte notre problématique et ces hypothèses, nous avons choisi une méthodologie qualitative basée sur la triangulation de données diverses, associées à différents

¹ Une praxéologie est constituée de quatre éléments : un type de tâches T , une technique τ (c'est à dire une manière d'accomplir les tâches de T), une technologie θ (un discours rationnel sur la technique τ qui peut avoir pour fonction de la justifier, l'expliquer ou de la produire), et enfin une théorie Θ qui est un discours relatif à la technologie τ et qui a le même rôle que celui joué par la technologie par rapport à la technique.

gestes professionnels, recueillies sur un long terme. Deux dispositifs méthodologiques ont été élaborés :

- durant une année, nous avons suivi individuellement onze PLC2 volontaires, enseignant à différents niveaux (de la classe de sixième à celle de première S), à travers des entretiens réguliers et le recueil de diverses données (leurs notes personnelles, les textes de contrôles, des copies et des cahiers d'élèves...) ;
- parallèlement à ce suivi individuel, nous avons mis en place, lors de notre deuxième année d'expérimentation, un dispositif "vidéo"² dans le but d'obtenir des données complémentaires relatives aux pratiques des stagiaires en classes, à leurs pratiques de préparation d'une séance et aux analyses qu'ils faisaient de leurs propres pratiques. Il s'agissait pour nous de renforcer le nombre des observables nous permettant de confronter le discours sur les pratiques et les pratiques effectives à l'intérieur de la classe. Au cours de l'année, nous avons donc demandé à chaque stagiaire de construire une séance d'algèbre que nous avons filmée. En relation avec ce film, nous avons d'abord organisé deux entretiens : le premier, quelques jours avant la séance, pour que le stagiaire nous présente son projet, et le deuxième, juste après la séance, pour obtenir sa réaction à chaud. Puis nous avons de nouveau rencontré chacun des cinq stagiaires à la fin de leur année scolaire et nous avons visionné ensemble le film. Le but de ce dernier entretien était d'accéder à l'analyse qu'ils faisaient de ce qu'ils avaient vécu. Enfin l'analyse des premiers entretiens que nous avons menés dans le cadre de notre recherche nous avait amenée à constater qu'il existait des différences entre les analyses que les stagiaires étaient capables de produire individuellement et celles qu'ils produisaient en groupe lors des journées de formation didactique à l'IUFM. Certaines choses semblaient accessibles, mais uniquement encore dans un fonctionnement social collectif. Dans le but d'obtenir des informations sur les analyses d'une séance que les cinq stagiaires étaient capables de mener entre pairs, nous avons donc complété le dispositif par une dernière phase : après avoir analysé les cinq films, nous avons sélectionné pour chacune des séances des épisodes qui nous semblaient particulièrement intéressants ; puis nous avons réuni les cinq stagiaires, qui ont visionné ensemble ces différents extraits, et nous leur avons demandé de les analyser.

Dans le cadre de notre thèse, nous nous sommes intéressée à un niveau d'enseignement, la classe de seconde, qui nous a semblé approprié à cette recherche car les professeurs doivent à la fois y organiser un travail sur des objets anciens, l'introduction de nouvelles tâches et

l'entrée dans le monde des fonctions. Nous avons donc centré notre étude sur les pratiques de quatre des stagiaires exerçant à ce niveau (Marie, Claire, Julien et Benjamin). La prise en compte des hypothèses sur la constitution des pratiques enseignantes issues de la double approche nous a amenée à choisir des PLC2 avec des caractéristiques personnelles différentes et enseignant dans des contextes différents : Marie et Benjamin ont ainsi effectué leur stage en responsabilité dans des lycées au centre de grandes villes, Claire et Julien ont, quant à eux, enseigné dans des lycées techniques.

L'étude de l'évolution du rapport à l'algèbre de ces quatre enseignants s'est effectuée à travers l'analyse de leurs gestes professionnels (élaboration d'une progression, d'un cours, d'activités, d'évaluations, gestion du travail des élèves...). Elle a été menée selon deux approches : une analyse des contenus algébriques proposés par ces enseignants et de leur organisation et une analyse de gestes professionnels plus transversaux.

Pour l'analyse du contenu algébrique et des gestes professionnels plus spécifiques à l'enseignement de ce domaine, nous nous sommes inspirée de la structure d'analyse multidimensionnelle élaborée par B.Grueon (Grueon, 1995) pour étudier les rapports institutionnels et personnels d'élèves à l'algèbre et nous nous sommes appuyée sur différents travaux didactiques et épistémologiques relatifs à l'algèbre et son enseignement. Nous avons ainsi conçu un outil méthodologique, une grille d'analyse de la compétence professionnelle en algèbre, permettant de repérer la sensibilité des PLC2 à certains savoirs relatifs à l'enseignement de l'algèbre élémentaire et de mesurer des évolutions dans leurs gestes professionnels. Cet outil est structuré autour de trois dimensions, non indépendantes, que nous avons qualifiées d'épistémologique, de cognitive et de didactique suivant que nous privilégions une entrée par le savoir mathématique lui-même, par l'élève ou une vision plus globale du système didactique. Nous n'avons pas cherché à décrire de façon exhaustive, la compétence professionnelle en algèbre élémentaire, en admettant que cela soit même possible, mais il nous a semblé plus pertinent de choisir, pour chaque dimension, quelques points particulièrement significatifs³.

² Ce dispositif "vidéo" a concerné cinq des onze stagiaires suivis.

³ Dans la dimension épistémologique, trois points sont considérés : la nature du travail algébrique et les frontières de l'algèbre, le développement du symbolisme algébrique, les rapports entre les dimensions outil et objet de l'algèbre.

Dans la dimension cognitive, nous avons choisi les trois points suivants : le rapport entre l'arithmétique et l'algèbre, des savoirs sur l'apprentissage des élèves relativement au symbolisme algébrique et le rôle de l'algèbre dans la construction de la rationalité mathématique.

Dans la dimension didactique, nous avons sélectionné trois catégories de savoirs susceptibles d'outiller la professionnalité enseignante. Ils concernent les enjeux de l'enseignement de l'algèbre et leur progression au fil

Pour expliciter notre méthode d'analyse des différentes données recueillies lors du suivi individuel des stagiaires, nous présentons dans le paragraphe suivant les résultats obtenus lors de l'étude des pratiques de Benjamin, stagiaire qui ne rencontrait pas de difficultés particulières avec sa classe en responsabilité..

III. L'étude des pratiques de Benjamin

Pour étudier la constitution et l'évolution du rapport professionnel à l'algèbre de Benjamin, nous avons analysé les praxéologies mathématiques et didactiques mises en place par ce stagiaire dans le cadre de son enseignement en algèbre. Afin de mesurer d'éventuelles évolutions dans l'élaboration de ses stratégies d'enseignement au cours de l'année, nous avons considéré successivement chacun des chapitres consacrés à ce domaine, chacune de ces études étant menée suivant un questionnement spécifique à chaque chapitre, élaboré à partir des savoirs explicités dans la grille d'analyse de la compétence professionnelle et à partir de considérations didactiques plus larges. Suite à ce premier travail, il nous a semblé nécessaire de remonter de la vision fine mais locale que les analyses faites nous fournissaient à un objet plus synthétique. Pour cela, nous avons identifié quelques lignes de force par rapport auxquelles l'ensemble des analyses locales et de leurs résultats pouvaient s'organiser. Ceci a permis de rendre visibles les différentes cohérences repérées dans les pratiques de Benjamin tout au long de l'année, les évolutions observées et les raisons de ces évolutions. Enfin, nous avons complété notre recherche par l'analyse d'une séance filmée dans la classe de Benjamin. Nous présenterons dans une première partie le questionnement relatif au deuxième chapitre d'algèbre de Benjamin, centré sur les équations⁴, ainsi que les résultats obtenus suite à notre analyse. Puis, nous proposerons une synthèse des principales caractéristiques du rapport professionnel à l'algèbre de ce stagiaire. Enfin, nous aborderons l'analyse de la séance filmée.

de l'enseignement, les ressources didactiques disponibles, l'utilisation de technologies informatiques pour l'enseignement de l'algèbre.

⁴ La progression annuelle de Benjamin pour l'enseignement de l'algèbre est la suivante : chapitre 1 "Calculs numériques" (période du 7/09/99 au 27/09/99), chapitre 2 "Equations" (du 28/09/99 au 16/10/99), chapitre 3 "Inéquations" (du 23/11/99 au 4/01/00), chapitre 4 "Repères" (du 8/01/00 au 8/02/00), chapitre 5 "Fonctions" (du 29/02/00 au 25/03/00). Le travail sur les systèmes d'équations linéaires et d'inéquations à deux inconnues a été mené, quant à lui, lors de cinq séances de modules réparties sur la période du 17/12/99 au 5/05/2000.

III.1 Analyse du chapitre "Equations"

Dans cette partie, nous analysons le deuxième chapitre de l'année relatif à l'algèbre. Ce chapitre, auquel Benjamin a consacré neuf séances, est centré autour de techniques de résolution de différents types d'équations (premier et second degré) et autour de l'utilisation des équations comme outils de résolution de problèmes. L'étude des programmes de seconde en vigueur au moment de notre recherche et celle de divers travaux didactiques relatifs à l'apprentissage et à l'enseignement des équations (Vergnaud, 1987 ; Bednarz, Kieran et Lee, 1996, par exemple) nous ont conduit à dégager des questions spécifiques pour l'analyse de ce chapitre :

- un des enjeux relatifs à l'enseignement des équations en classe de seconde, clairement explicité dans les programmes, est l'articulation des deux dimensions "outil" et "objet" de l'algèbre⁵. Ceci nous a amenée à nous poser les questions suivantes : les problèmes proposés aux élèves conduisent-ils à la mise en fonctionnement d'une dialectique outil / objet ? Comment est abordé le travail algébrique dans ces deux dimensions ?
- Le travail sur les équations, débuté au collège puis repris au lycée, conduit à un travail sur des objets "anciens", déjà rencontrés par les élèves, et sur des objets "nouveaux" (par exemple, des équations plus complexes que celles étudiées au collège). Nous nous sommes donc interrogée sur la dynamique ancien / nouveau mise en place dans ce chapitre, sur le travail relativement aux objets "anciens" (comment est gérée la transition avec le collège ? Les organisations mathématiques proposées permettent-elles de faire évoluer le rapport des élèves à ces objets ?), sur l'introduction d'objets "nouveaux".

Nous proposons maintenant les résultats obtenus lors de l'étude de ces questions.

III.1.1. La dialectique outil / objet

Au vu des questions relatives à la dialectique outil / objet précisées ci-dessus, la synthèse des différents éléments, suite à l'analyse des organisations mathématiques et didactiques proposées par Benjamin, nous a amenée à dégager différents points que nous présentons dans cette partie.

⁵ "La résolution de problèmes, issus de la géométrie, de l'étude des fonctions, de la gestion de données, des autres disciplines et de la vie courante constitue l'objectif fondamental de cette partie du programme." (Programmes de seconde, 1990).

Dans un premier temps, il apparaît que les tâches dans la dimension "objet" sont beaucoup plus nombreuses que celles dans la dimension "outil". Dans les organisations mathématiques proposées par Benjamin, nous avons relevé six types de tâches différents dans la dimension "objet" répartis de la façon suivante :

- résoudre une équation du premier degré (seize spécimens),
- résoudre une équation du second degré (dix-neuf spécimens),
- résoudre une équation dont l'inconnue est au dénominateur (neuf spécimens),
- résoudre une équation de la forme : $|x - a| = d$ (deux exercices, huit spécimens),
- choisir une forme appropriée d'une expression $A(x)$ pour résoudre une équation où cette expression intervient (quatre spécimens),
- déterminer si un nombre est solution d'une équation (un spécimen).

En revanche, seuls neuf spécimens du type de tâches "résoudre un problème conduisant à une équation" sont proposés aux élèves. Cette caractéristique des pratiques de Benjamin correspond tout à fait à la vision de l'algèbre qu'il exprime lors du premier entretien :

AL : Lors de la première séance⁶, j'avais parlé des dimensions outil et objet de l'algèbre. Pour toi, ce que tu as fait à l'université, est-ce que c'était du côté outil ou du côté objet ?

P : Objet. Parce que finalement, j'en reviens à la diagonalisation des matrices, c'est bien et puis après... Quand on m'a expliqué ça et bien après c'est tout... Après, en analyse numérique, tu diagonalises et tu appliques ça pour des algorithmes, des machins comme ça, à la limite. [...] Mais sinon... Pour moi, on faisait de l'algèbre, on se posait pas de questions.

La vision de l'algèbre comme un objet à étudier semble donc être assez forte chez Benjamin en ce début d'année de stage. Toutefois, dès le premier entretien, il exprime une nécessité d'enseigner au lycée l'algèbre plus concrètement qu'à l'université, pour que les élèves puissent comprendre les notions étudiées. Assez vite donc, il exprime une certaine sensibilité à l'intérêt d'articuler les dimensions outil et objet de l'algèbre dans son enseignement pour aider ses élèves à lui donner du sens ; cette sensibilité apparaît dans ce chapitre avec une volonté évidente d'articuler les deux dimensions outil et objet. Cette volonté apparaît notamment lors du travail sur une technique de résolution d'équations du second degré qui ne sont pas de la forme $x^2=d$. En effet, après avoir exposé cette technique dans le cours, Benjamin propose

⁶ Nous faisons ici référence à la première séance de formation en didactique de l'algèbre que nous avons animée à l'IUFM de Reims. Précisons que la formation disciplinaire dispensée aux PLC2 ayant participé à notre recherche était constituée de dix-sept séances de six heures. Deux séances de trois heures étaient plus spécifiquement consacrées à l'algèbre. Pendant la première, les formateurs avaient privilégié une entrée par le savoir mathématique avec notamment une réflexion sur les fonctionnalités de l'algèbre et des apports sur le développement historique de ce domaine. La deuxième séance avait été consacrée, quant à elle, à l'étude des

immédiatement deux exercices⁷ d'application en classe. Le premier est uniquement centré sur la mise en œuvre de la technique exposée dans le cours :

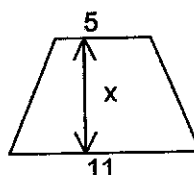
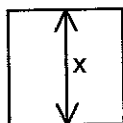
Ex n°8 p 37 : Résoudre :

a /	$(x-4)^2 - (\sqrt{3})^2 = 0$	b /	$(x-1)^2 - 3 = 0$
c /	$(x-1)^2 - 3 = 2$	d /	$-2 + (x-2)^2 = 0$

En revanche, le second présente ce type d'équation comme outil de résolution de problèmes :

Ex n°14 p 38 : Aires égales

Comment choisir x pour que le carré et le trapèze aient des aires égales ?



Notre étude des organisations mathématiques et didactiques mises en place sur ce chapitre a aussi mis en évidence la rigueur et la cohérence de Benjamin dans le choix des exercices proposés. Par exemple, lors du travail de la technique évoquée précédemment, nous le voyons clairement prendre en compte les éventuelles difficultés de ses élèves et certaines variables didactiques pour proposer des exercices d'application se complexifiant progressivement. Ainsi choisit-il dans un premier temps l'exercice 8 présenté ci-dessus car la forme de cet exercice lui semble favoriser un travail progressif de la technique, c'est ce qu'il exprime lors du premier entretien :

B : J'avais donné celui-là, d'abord parce qu'il était détaillé : il y avait $(\sqrt{3})^2$, donc ils voyaient. Après tu n'avais plus que 3. Bon, ils l'avaient fait avant, ils avaient compris. Après, tu peux passer aux autres. J'ai trouvé que cela était pas mal fait.

Puis, il prolonge le travail de la technique en proposant des exercices dans lesquels les factorisations sont plus complexes :

Ex n°7 p 37 : Résoudre :

a /	$(2x+3)^2 = 16x^2$	b /	$(x-1)^2 - 4 = 9x^2 - 4$
c /	$9(x-3)^2 = (x+3)^2$	d /	$7 - \frac{(x-2)^2}{5} = 2$

Ex n°10 p 37 : Résoudre :

a /	$x + (x-2)^2 = 2$	b /	$(x-1)^2 - 3 = -3x$
c /	$(x-1)^2 - 4 = 2x + 2$	d /	$(x-1)^2 = -5x + 5$

enjeux de l'enseignement de l'algèbre dans le secondaire avec l'analyse d'un ensemble d'activités de collège et de lycée.

Dès le premier chapitre consacré à l'algèbre, le choix des exercices montre, en fait, un réel souci d'aider les élèves à s'approprier les techniques étudiées. Ce travail des techniques est le plus souvent commencé en classe. Ce dispositif est un moyen pour Benjamin d'être présent pour aider les élèves dans cette phase d'appropriation. Dans les cas où les premiers exercices d'application sont donnés à préparer à la maison, il choisit des exercices simples qui ne devraient pas susciter trop de difficultés chez les élèves.

L'attention qu'il porte à ses élèves et le souci qu'il a de les aider à s'approprier les notions et les techniques étudiées se traduisent donc, en particulier, par des moments de travail technique, pendant lesquels Benjamin a la volonté de laisser une réelle place à ses élèves : il leur laisse du temps pour chercher, il les envoie au tableau, il prend en compte leurs réponses et leurs difficultés et il leur laisse quelques responsabilités relativement à l'amélioration de techniques.

En revanche, lors d'activités qui lui semblent plus difficiles, Benjamin choisit une gestion qui laisse peu de responsabilités aux élèves : soit il prend lui-même en charge la résolution du problème en veillant à les faire participer, soit il envoie un élève au tableau et le guide par un ensemble de questions. Par exemple, lors du travail sur la mise en équation, Benjamin a proposé à sa classe des problèmes de difficultés diverses :

Ex n°3 p 37 : Partage

Martin, qui a autant de frères que de sœurs, partage équitablement une boîte de dragées avec eux. S'il prend sa part, chaque frère et chaque sœur recevra 12 dragées. Mais il décide de laisser sa part aux autres qui reçoivent ainsi 14 dragées chacun.

a – Combien Martin a-t-il de sœurs ?

b – Combien y avait-il de dragées dans la boîte ?

Ex n° 4 p 37 : Le carré devenu rectangle

Un terrain initialement carré a vu l'une de ses dimensions augmentée de 4 m et l'autre diminuée de 2m.

Résultat : son aire a augmenté de 78 m².

Quel était le côté de ce carré ?

L'exercice 4 est a priori moins difficile que l'exercice 3 qui nécessite la traduction d'un texte relativement complexe. Notons que Benjamin est tout à fait conscient de cette différence du niveau de difficulté puisqu'il nous explique lors du premier entretien que le premier problème est "plus délicat". Cet entretien nous renseigne aussi sur la mise en place dans la classe de la séance de module pendant laquelle ces deux problèmes ont été traités. Alors qu'il fait le choix de laisser travailler ses élèves en autonomie sur l'exercice 4, il choisit pour la résolution de

⁷ Ces deux exercices sont extraits du manuel de la classe de Benjamin : BONNEFOND G, DAVIAUD D., REVRANCHE B. (1994). Mathématiques seconde, Collection Pythagore. Editions Hatier.

l'exercice 3 d'envoyer un élève au tableau et de faire participer le reste de la classe en posant un ensemble de questions :

B : Je leur ai demandé combien il y a de frères et sœurs en tout. J'avais posé x le nombre de sœurs et là tu as de tout : tu as x ou $2x$ ou... Je leur ai dit : imaginez combien les parents ont d'enfants. Ils finissent par te dire que c'est $2x+1$. Bon, après la mise en équation pose problème. Là j'ai pris un problème concret : imaginez, on a 3 enfants, on leur donne 10 dragées chacun, combien il y a de dragées ? 30. Bon là il y a $2x+1$ enfants, chacun en a douze cela fait combien ? [...] Je leur ai fait écrire les deux expressions et j'avais fait écrire : le nombre total de dragées est... Et chacune des deux expressions. Après il y en a qui disent que c'est égal. La résolution de l'équation ne pose pas de problème. [...] J'ai insisté en leur disant de bien faire étape par étape, en regardant chaque donnée l'une après l'autre.

L'analyse de cette gestion montre que, même si Benjamin a le souci de laisser une place aux élèves en envoyant une personne au tableau et en faisant participer le reste de la classe, il leur facilite la tâche et leur laisse peu de responsabilités lors de la résolution de problèmes difficiles.

III.1.2 La dynamique ancien / nouveau

Dans ce chapitre consacré aux équations, le travail mathématique est organisé autour de types de tâches que les élèves ont déjà rencontrés au collège ("résoudre une équation du premier degré" ou "résoudre un problème à l'aide d'une équation", par exemple), d'autres qu'ils ont peut-être rencontrés mais qui sont encore certainement problématiques (tels que "résoudre une équation dont l'inconnue est au dénominateur") ou de types de tâches complètement nouveaux (comme "résoudre une équation de la forme : $|x - a| = d$ ").

L'étude des types de tâches déjà rencontrés au collège a d'abord mis en évidence que le travail sur les objets anciens se caractérise par la volonté de rappeler systématiquement des définitions et des techniques déjà étudiées au collège sans mettre en place des dispositifs qui auraient pu permettre de prendre des informations sur les connaissances anciennes des élèves. Ainsi, le cours débute par un paragraphe intitulé "Rappels sur les équations" dans lequel Benjamin redéfinit certaines notions (définition de la tâche "résoudre une équation", définition d'une équation du premier degré) et reprend précisément les règles de résolution des équations du premier degré avec la volonté de restituer le sens des différents gestes à effectuer. Cette démarche qui consiste à revenir sur le sens des gestes lors de la manipulation d'écritures algébriques n'est pas systématique. En effet, pour la résolution des équations de la forme " $x^2 = d$ ", il se contente de redonner la forme générale des solutions sans aucun élément technologique pour justifier ce résultat.

En ce qui concerne les types de tâches plus problématiques ou nouveaux, il n'y a pas de moments d'élaboration de techniques avec les élèves ; il expose lui-même la technique, souvent à l'aide de "fiches-méthodes", comme dans le cas de la résolution d'équations avec une inconnue au dénominateur :

Résolution des équations dont l'inconnue est au dénominateur

Exemple : On veut résoudre l'équation $\frac{x+3}{x-5} = 4$

Il faut avant toute chose déterminer le domaine de validité de cette équation. Ce domaine est noté Dv. Dans cet exemple, x ne peut prendre la valeur ... , car cette valeur annule le dénominateur (on n'a pas le droit de diviser par zéro).

On écrit alors : Dv = On dit que est une valeur interdite.

On peut alors résoudre l'équation. Pour cela, il existe 2 méthodes :

1ère méthode : "tout mettre" dans le premier membre, réduire au même dénominateur et appliquer la propriété :

"Si un quotient est nul, alors le numérateur est nul."

Ainsi, $\frac{x+3}{x-5} = 4$ est équivalent à :

2ème méthode : faire un "produit en croix"

Ainsi, $\frac{x+3}{x-5} = 4$ est équivalent à :

Ne pas oublier de vérifier que la solution trouvée n'est pas une valeur interdite.

L'ensemble solution de cette équation est : S =

Toutefois, en choisissant de proposer une fiche avec des trous, Benjamin a tout de même le souci de laisser une certaine place aux élèves dans ce moment d'explicitation de techniques.

D'une manière générale, sur ce second chapitre, Benjamin a la volonté d'amener les élèves à disposer de méthodes, voire à acquérir des mécanismes comme il nous l'explique à propos de la résolution des équations du second degré :

B : Mon objectif est que, dès qu'ils voient une équation du second degré, ils aient le réflexe de factoriser. Ce qu'ils n'ont pas du tout : il y en a encore qui développent. Dans le cours, je leur ai détaillé la méthode en leur disant qu'il fallait se ramener à une équation du type un membre égal à 0, ensuite on factorise et on applique la propriété, etc. Mon principal objectif c'est ça, c'est que cela devienne un mécanisme.

Il semble que cet aspect des pratiques de Benjamin découle de ses caractéristiques personnelles. En effet, l'étude de son rapport aux mathématiques a montré son goût pour les démonstrations structurées et son besoin de méthodes pour réussir certains examens à l'université.

Néanmoins, malgré cette vision de l'enseignement de l'algèbre, nous le voyons aussi proposer des exercices pouvant conduire les élèves à une évolution du rapport à la notion de solution d'une équation tels que le suivant :

Ex n° 38 p 40 : Solution ou pas solution ?

On pose $f(x) = 2(3x - 1)(x - 3) - (x - 3)^2$

a / Sans résoudre l'équation $f(x) = 0$, déterminer si le nombre $-0,2$ est solution de cette équation.

b / Même question avec le nombre 4 .

c / Résoudre l'équation $f(x) = 0$.

Il choisit également un exercice menant à une réflexion sur le choix de formes adéquates d'expressions pour résoudre une équation du second degré :

Activité 2 p 29 : Des équations impressionnantes

Devoir pour lundi prochain

Soit $A(x) = 9 - 49x^2 - (4x + 1)(12 - 28x) - (3 - 7x)^2$

Résoudre les quatre équations suivantes :

a / $A(x) = 0$ b / $A(x) + 12 = 0$

c / $A(x) = 9 - 49x^2$ d / $A(x) = 13x^2 + 20x - 13$

A . Mises en formes

Un élève dit : " $A(x)$ nous est donné sous une forme tarabiscotée. Certaines équations seraient sans doute plus simples avec la forme développée ou avec la forme factorisée. "

Un autre répond : " Tu as raison, cherchons ces deux formes. "

1 . Développer et réduire $A(x)$.

2 . Factoriser $A(x)$.

On remarquera d'abord que $9 - 49x^2 = (...) \times (...)$ et $12 - 28x = 4 (...)$.

B . Les bonnes résolutions

En choisissant à chaque fois la forme la plus appropriée de $A(x)$, résoudre les quatre équations.

Lors de la deuxième journée de formation didactique consacrée à l'algèbre, nous avons proposé aux stagiaires d'analyser un ensemble d'exercices susceptibles d'être proposés dans une séance de module en début de seconde. Certains d'entre eux étaient assez proches de l'exercice 38 et de l'activité 2 choisis par Benjamin. En donnant ces problèmes, il veut prendre des informations sur les connaissances de ses élèves quant à la notion de solution à une équation et il cherche à tester ou confirmer les informations reçues à l'IUFM.

En conclusion, ce deuxième chapitre de Benjamin est à la fois consacré à des types de tâches relatifs à la dimension objet des équations et à d'autres relatifs à leur dimension outil. L'étude du travail mené sur la résolution des équations de degré strictement supérieur à 1 a, par ailleurs, montré le souci d'articuler ces deux dimensions.

L'étude du travail relatif à la résolution des équations fait apparaître de réels points forts :

- la volonté de mener un travail des techniques cohérent et structuré et nous avons pu pointer la prise en compte de différentes variables didactiques pour proposer des types de tâches se complexifiant progressivement,
- le désir de revenir sur le sens de certaines manipulations (par exemple pour les équations du premier degré) ou sur celui de notions (solution d'une équation),
- le souci d'amener les élèves à réfléchir sur les formes adéquates d'expressions algébriques pour résoudre des équations,
- l'attention portée aux élèves pour les aider à s'approprier les techniques

Cette analyse met aussi en évidence un point sur lequel la réflexion de Benjamin mérite d'être approfondie : la place à laisser aux élèves. En effet, il ne laisse pas de responsabilité à ces élèves pour l'élaboration de techniques et garde à sa charge leur explicitation. Cette caractéristique apparaît également dans le travail sur la mise en équation pour lequel il choisit une gestion qui facilite fortement la tâche des élèves et qui limite alors leur responsabilité.

Enfin, nous souhaitons pointer l'attention particulière portée par Benjamin aux discussions avec son conseiller pédagogique et aux informations recueillies lors des journées de formation en didactique à l'IUFM, qui est apparue à plusieurs reprises lorsque ce stagiaire nous expliquait les raisons de certains choix didactiques.

Les différentes analyses menées sur les pratiques de Benjamin font apparaître différentes caractéristiques du rapport professionnel à l'algèbre de ce stagiaire. Nous les synthétisons dans la partie suivante.

III.2 Les caractéristiques du rapport professionnel à l'algèbre de Benjamin:

Benjamin est un stagiaire qui enseigne dans de bonnes conditions et qui a su mettre en place, dès le début de l'année, une atmosphère de travail qui lui convient et il a développé, dès les premiers jours, des stratégies qui font que sa classe tourne. L'étude de ses pratiques a montré de vrais points forts. Ainsi, il s'est, immédiatement, placé dans une position d'enseignant. Ceci est particulièrement révélé par sa vision de l'algèbre qui passe très rapidement d'une vision centrée sur l'algèbre étudiée à l'université à une vision dans laquelle il intègre les objets de l'algèbre élémentaire étudiés dans le secondaire. Ce positionnement dans une posture d'enseignant se repère aussi à travers une cohérence dans les stratégies didactiques adoptées et dans les gestes professionnels qui émerge dès le début de l'année. Il adopte aussi très vite une

posture réflexive et se pose diverses questions relativement à ses propres responsabilités, le rôle d'un enseignant de mathématique, la construction d'un cours, les difficultés que rencontrent les élèves ou le choix de stratégies adaptées pour les prendre en charge. Par ailleurs, il est très ouvert et porte une attention particulière à l'expertise d'autres enseignants, ce qui se traduit par une prise en compte effective des divers conseils ou informations que peuvent lui apporter son conseiller pédagogique ou les formateurs de l'IUFM et sa volonté de vérifier ces informations.

Ce stagiaire porte une attention particulière à ses élèves. En effet, même s'il a l'impression en début d'année que l'algèbre paraît plus simple aux élèves que d'autres domaines des mathématiques⁸, il est conscient qu'ils peuvent rencontrer des difficultés qu'il doit prendre en charge. Il se montre alors, dès le début de son stage, très sensible aux difficultés de ses élèves. Lors du premier entretien, il en décrit certaines déjà très précisément et réinvestit certains aspects de la formation didactique en algèbre pour prévoir ou analyser des problèmes rencontrés par les élèves. Enfin, une cohérence apparaît au niveau des stratégies de prise en charge de ces difficultés. En effet, dès les premières heures de cours, il met en place deux grandes stratégies (la réexplication en cas de problèmes et le passage au numérique) qui resteront privilégiées jusqu'à la fin de son stage.

En début d'année, Benjamin est également conscient qu'il doit aider les élèves à s'approprier les notions étudiées. Ceci se traduit, chez lui, par le souci de les conduire à disposer de méthodes, à acquérir des réflexes et, dès le premier chapitre, il met en place une stratégie qui consiste à écrire des "fiches-méthodes" sur lesquelles sont explicitées des techniques que les élèves vont ensuite appliquer sur différents spécimens de tâches. Le travail technique qui suit la distribution de ces fiches traduit bien aussi l'attention qu'il porte aux élèves : les exercices sont choisis de manière cohérente avec une prise en compte des difficultés des élèves, de diverses variables didactiques et ils se complexifient progressivement. Par ailleurs, ce travail technique est le plus souvent débuté en classe, ce qui est pour Benjamin un moyen d'être présent pour aider les élèves à s'approprier les notions en jeu, les règles ou les techniques à s'approprier. Au cours de ces moments, il a la volonté de laisser une réelle place à ses élèves : il leur laisse du temps pour chercher, il les envoie au tableau, il prend en compte leurs réponses et leurs difficultés et il leur laisse quelques responsabilités en ce qui concerne l'amélioration de techniques.

⁸ Pour Benjamin, cette simplicité réside dans le fait que l'algèbre est dans la continuité du numérique sur lequel les élèves travaillent depuis longtemps et qu'ils maîtrisent. Cette vision de l'algèbre peut aussi s'expliquer par son propre vécu d'élève et par les difficultés qu'il nous explique avoir connues lui-même en géométrie.

Des points faibles apparaissent aussi dans les pratiques de ce stagiaire, notamment en ce qui concerne la place laissée aux élèves lors de l'élaboration de techniques ou lors du traitement de tâches plus complexes. En effet, il ne leur laisse pas de responsabilités lors de l'élaboration des "fiches-méthodes" : l'explicitation des techniques (anciennes ou nouvelles) reste complètement à sa charge et il ne ressent pas le besoin d'amener les élèves à travailler sur l'élaboration de méthodes. Par ailleurs, lors d'activités qui lui semblent plus difficiles, Benjamin choisit une gestion qui laisse également peu de responsabilité aux élèves : soit il prend lui-même en charge la résolution du problème en veillant à les faire participer, soit il envoie une personne au tableau et la guide par un ensemble de questions.

Un autre point faible, en début d'année, est relatif à un manque d'éléments pour analyser les problèmes rencontrés par ses élèves. Benjamin semble ainsi parfois désemparé devant certaines difficultés, qui résistent à ses stratégies de prise en charge, et il n'a visiblement pas de moyens pour les interpréter ou les comprendre. Ceci est particulièrement le cas lors d'un incident survenu pendant l'introduction de la valeur absolue dans son premier chapitre consacré à l'algèbre, en particulier après l'énoncé de la propriété "*Lorsque x est positif : $|x| = x$, lorsque x est négatif : $|x| = -x$* " :

B : Et quand je suis passé dans les rangs, c'est là qu'un sur deux m'interpellait : vous avez dit que la valeur absolue c'est positif, là il y a un signe moins. Bon ça je m'y attendais, mais cela a été au-delà de mes espérances. Alors à chaque fois je leur réexpliquais. Je reprenais l'exemple numérique et cela allait. Mais là, x négatif, cela ne passe plus. Alors là, moi après je ne sais plus quoi dire. Alors j'ai laissé couler. Bon quand ils me demandaient, je réexpliquais. Bon au bout d'un moment ils disent qu'ils ont compris soit par politesse, soit parce qu'ils en ont ras le bol.

En fait, ces points faibles ne viennent pas bouleverser le bon déroulement de la classe et peuvent accentuer, bien au contraire, le sentiment de confort des élèves notamment lors des aides apportées dans le traitement de tâches plus complexes. Ce stagiaire a donc trouvé assez rapidement un équilibre professionnel qui peut conduire à faire l'hypothèse qu'il n'y a pas de grands bouleversements à attendre dans ses pratiques. Mais, de par son attitude réflexive, son ouverture d'esprit envers les pratiques de son conseiller pédagogique et envers la formation, l'attention particulière qu'il porte à sa classe favorisée par des stratégies de travail qui lui permettent de voir des choses, Benjamin se questionne régulièrement sur ses propres pratiques et, en particulier, sur les problèmes que ses élèves rencontrent. Ce questionnement va notamment le conduire à certaines évolutions. La plus flagrante est relative à l'interprétation des difficultés repérées dans sa classe. En effet, il va peu à peu construire un système explicatif relativement expert. L'exemple de la compréhension des difficultés des

élèves à utiliser les lettres en algèbre nous semble tout à fait révélateur de cette évolution. Au début de l'année, Benjamin tient un discours relativement vague sur le blocage des élèves face à l'utilisation des lettres qu'il interprète comme un manque d'habitude. Mais la résistance de certains problèmes à ses stratégies de prise en charge, notamment lors du travail sur la valeur absolue, le pousse à se questionner davantage. Pendant le travail sur les équations de droites, il va repérer que ses élèves rencontrent des difficultés liées aux changements de statut de la lettre suivant les différentes tâches algébriques. Il intègre donc cette dimension dans son système explicatif. Il la prendra également en compte pour l'introduction des fonctions, où il choisira une activité qui lui semble favoriser l'appréhension de la notion de variable.

Une deuxième évolution plus subtile marque l'un des points forts des pratiques de Benjamin : l'organisation du travail technique. Sa stratégie de choix des exercices n'a jamais changé, mais la gestion de ce travail a évolué. En effet, alors que pour le premier chapitre le travail technique associé à un type de tâches spécifique est peu étalé dans le temps, dès le deuxième chapitre, Benjamin allonge clairement le temps de travail consacré aux types de tâches étudiés et l'étale davantage.

En revanche, sa vision de l'apprentissage de méthodes n'évoluera quasiment pas au cours des deux premiers trimestres et il faudra attendre le travail mené dans le cadre du dispositif vidéo pour voir émerger un questionnement chez Benjamin, comme nous allons le préciser dans la partie suivante.

III.3 L'étude de la séance filmée

Cette séance se déroule en mars 2000 au cours du chapitre sur les fonctions, dans lequel Benjamin a déjà introduit les définitions de la représentation graphique d'une fonction, des notions de croissance, de décroissance, de parité et d'imparité. Il y a également proposé un ensemble d'exercices conduisant sa classe à travailler différents types de tâches relatifs à ces notions. Pour la séance filmée, l'objectif de Benjamin est double : il veut à la fois amener les élèves à étudier la fonction "carré" et profiter de cette étude pour institutionnaliser un plan d'étude d'une fonction que les élèves pourront réinvestir lors de l'étude des autres fonctions usuelles du programme. Conformément à sa vision de l'introduction de méthodes que nous avons explicitées précédemment, Benjamin choisit d'écrire une "fiche-méthode" à compléter :

<i>Plan d'étude d'une fonction</i>	
1 –	<i>Recherche de l'ensemble de définition</i>
2 –	<i>Etude de la parité éventuelle</i> <i>Méthode :</i>
3 –	<i>Etude des variations</i> <i>Méthode :</i> <i>Remarques :</i>
4 –	<i>Tableau de valeurs</i>
5 –	<i>Tracé de la courbe</i>

Il envisage alors de commencer par faire remplir cette fiche (il pense demander aux élèves de rappeler les différentes techniques à utiliser) , puis d'amener les élèves à étudier les points du plan pour la fonction "carré" (pour chacun de ce points, il prévoit de laisser un moment pour que les élèves mettent en œuvre les techniques rappelées). Après l'étude de chaque point, un bilan dans le cours est prévu pour institutionnaliser au fur et à mesure les propriétés de cette fonction.

Dans cette partie nous étudierons le scénario prévu, puis nous proposerons des éléments d'analyse du déroulement effectif. Nous exposerons ensuite l'analyse de Benjamin sur ses propres pratiques.

III.3.1. Analyse du scénario prévu

A travers le travail de préparation de cette séance mené par Benjamin, nous retrouvons des caractéristiques qui sont apparues lors de l'analyse de ses pratiques : un scénario qui met en évidence sa volonté de faire participer ses élèves à l'étude de la fonction carré, le souci d'aider les élèves à disposer de méthodes à travers l'établissement de la fiche relative au plan d'étude d'une fonction.

Par ailleurs, la gestion prévue pour cette séance ne laisse pas réellement de grandes responsabilités à sa classe. En effet, en distribuant le plan d'étude d'une fonction, Benjamin prend de nouveau à sa charge l'élaboration d'une technique. Par la suite, la gestion choisie pour l'étude de chacun des points figurant sur ce plan limite également les responsabilités puisque, pour chacun d'entre eux, il compte amener les élèves à se remémorer les techniques à appliquer avant de les mettre en œuvre pour la fonction carré. A travers ce type de pratiques, la tâche des élèves nous paraît donc très encadrée et simplifiée.

Enfin, sa sensibilité aux difficultés des élèves se retrouve lors du premier entretien pendant lequel Benjamin s'est longuement attardé sur une analyse a priori des problèmes susceptibles d'être rencontrés au cours de cette activité et sur les prises en charge envisageables. Toutefois, il apparaît qu'il lui manque encore des éléments pour prévoir et analyser certaines difficultés notamment lors de l'étude de la parité de la fonction. En effet, il ne perçoit pas que, pour ce

type de tâches nécessitant la mise en jeu de l'algèbre comme outil de preuve, l'on peut s'attendre à des difficultés à utiliser les lettres et à des études menées uniquement à partir d'exemples numériques. En outre, l'étude de la parité met en jeu la substitution de $-x$ dans l'expression " $f(x) = x^2$ ", ce qui peut aussi poser problème aux élèves, mais chez Benjamin ce geste est complètement naturalisé et il ne prévoit pas que ce type de tâches algébrique peut être problématique chez un élève de seconde, comme le montre la citation suivante :

B : Et pour la parité, on calcule $f(-x)$, c'est du calcul algébrique assez simple en général.

Il est clair que si Benjamin guide trop fortement sa classe lors de l'étude de la parité de la fonction "carré", il risque de ne pas prendre conscience de ces problèmes.

Au cours de l'entretien de préparation, nous avons donc fait le choix de perturber un peu son projet afin qu'il donne plus de responsabilités à ses élèves. Dans cette rencontre, nous sommes d'abord revenue sur son choix de faire rappeler systématiquement les techniques pour l'étude de différentes propriétés d'une fonction avant de les mettre en œuvre pour la fonction carré :

AL : D'accord, tu veux déjà leur faire dire la méthode et l'appliquer après ?

B : Oui... Tu pensais que j'allais leur demander d'étudier la parité et, après quand tout le monde aura un peu cherché, on dégage la méthode ?

AL : Peut-être...

B : C'est vrai que je ne l'avais pas vu comme ça, ouais.

AL : En fait, moi je pense qu'il faut les laisser un peu chercher dans chacune des questions.

B : Oui, si on commence déjà par leur donner la méthode, le travail est mâché. [...] Donc oui, c'est peut-être... Pour les faire réinvestir ce qu'on aura vu [...], les laisser partir d'eux-mêmes et dégager la méthode après. Essayer de la leur faire dire, la méthode.

Suite à notre première question, Benjamin s'est donc tout de suite interrogé sur la gestion qu'il avait initialement envisagée et ce questionnement l'a conduit à pointer que ce choix va conduire à simplifier la tâche des élèves. Il envisage alors rapidement une autre gestion qui, cette fois, laisserait plus de responsabilité.

Puis, à la fin de l'entretien, nous sommes revenue sur son choix de distribuer a priori le plan d'étude d'une fonction :

AL : Mais, par rapport à ce que tu as prévu, je les laisserais parler sur ce qu'ils pensent qu'il faut étudier sur une fonction.

B : Oui c'est pas mal. C'est vrai que c'est directif ça.

AL : Toi, tu sais pourquoi tu utilises ce plan. Eux ils ne le savent pas. [...] Cela serait bien de justifier ce que tu leur fais faire.

A travers cette intervention, notre but était de l'amener à modifier le début de son scénario afin de laisser un peu de responsabilités aux élèves lors de l'élaboration de la technique

d'étude d'une fonction. Benjamin semble ici assez réceptif à cette proposition. Mais, nous n'avons pas voulu réécrire avec lui un nouveau scénario, notre but étant de repérer comment il allait réagir à ces deux perturbations.

III.3.2. Analyse de la séance

Visiblement sensible à la discussion que nous avons eue lors de l'entretien de préparation, il a modifié son scénario initial et commence cette séance par un premier épisode de huit minutes consacré à l'élaboration collective, puis à l'explicitation d'un plan d'étude d'une fonction. A la fin de cette première phase, Benjamin institutionnalise ce plan en distribuant la fiche présentée précédemment. Puis les différents points sont étudiés les uns après les autres. Pour chacun d'entre eux, il laisse un temps de recherche plus ou moins long, pendant lequel il circule, s'adresse aux élèves et prend en charge leurs problèmes éventuels. Une correction est ensuite menée par Benjamin lui-même ou par un élève envoyé au tableau et la propriété cherchée est institutionnalisée.

L'analyse de cette séance confirme certaines caractéristiques relevées lors de l'étude des pratiques de ce stagiaire à travers les chapitres consacrés à l'algèbre : l'attention particulière qu'il porte à ses élèves, la volonté de les faire participer, la prise en charge de leurs difficultés, le souci de les amener à donner du sens à certaines notions. L'étude de certains épisodes de cette séance met en évidence les gestes qu'il adopte en classe pour mener à bien ce projet :

- Benjamin choisit une gestion des interventions des élèves qui leur laisse une certaine place,
- il n'ignore pas les idées qui n'entrent pas dans son projet,
- il porte une attention particulière à amener les élèves à comprendre leurs erreurs,
- il laisse des responsabilités aux élèves dans l'application de techniques.

L'analyse de ses pratiques avait également fait apparaître des points faibles concernant, en particulier, la place laissée aux élèves lors de l'élaboration ou de l'explicitation de techniques. Cette caractéristique se retrouve au cours de cette séance. En effet, même s'il a été sensible au fait de laisser une place aux élèves lors de l'élaboration du plan d'étude d'une fonction, il garde sous sa responsabilité l'explicitation de celui-ci. Suite à une discussion entre lui et sa classe, les différents points à étudier sont apparus dans l'ordre suivant : représentation graphique de la fonction, tableau de valeurs, tableau de variations, étude de la parité, détermination de l'ensemble de définition (c'est-à-dire dans l'ordre inverse du plan prévu par Benjamin). Il propose alors sans éléments de justification l'ordre suivant :

B : Et bien faire l'étude d'une fonction, c'est chercher toutes ces choses là mais exactement dans le sens inverse où c'est marqué. On commence par chercher l'ensemble de définition pour savoir où on travaille, ensuite on va chercher la parité, le tableau de variation, le tableau de valeurs et on termine par la courbe.

III.3.3. L'analyse de Benjamin

Cette analyse s'est déroulée en deux temps : suite à la séance, nous avons pris un moment avec Benjamin pour recueillir ses impressions à chaud sur ce qui venait de se passer et ses premières analyses. Puis, nous nous sommes rencontrés environ trois mois après le tournage pour visionner ensemble le film. Le but de ce troisième entretien était d'accéder à l'analyse que faisait Benjamin avec une certaine prise de recul.

Au cours de ces deux entretiens nous avons vu naître deux questionnements nouveaux chez lui : le premier est relatif à l'élaboration des techniques et aux responsabilités à laisser aux élèves lors de ce moment didactique, le second concerne l'apprentissage de la notion de contre-exemple.

Le premier apparaît suite à une réflexion menée sur le scénario choisi. Lors de l'analyse à chaud, Benjamin regrette d'avoir explicité trop vite le plan figurant sur la fiche distribuée aux élèves. Après le visionnement de la bande vidéo, il confirmera cette impression de vitesse et expliquera que, dans la mesure où il avait déjà rajouté cet épisode, il avait peur de ne pas avoir assez de temps pour terminer l'étude de la fonction. Au cours de l'entretien qui suit immédiatement la séance, il regrette aussi de ne pas avoir pris de temps pour justifier l'ordre des points à aborder lors de l'étude d'une fonction figurant sur cette fiche. Mais, il constate alors qu'à ce moment de la séance, la justification de certains points était problématique :

B : Bon c'est pareil, ce que j'aurais bien aimé, c'est montrer le lien plus précisément entre les deux⁹ : d'abord l'ensemble de définition pour savoir où est-ce qu'on calcule... Bon je ne pouvais pas donner la justification de la parité à ce moment-là, parce que je n'avais pas encore dit que cela nous permettait de travailler sur une moitié d'intervalle, c'est dommage aussi.

Ce questionnement le conduit alors aussitôt à envisager un nouveau scénario qui laisserait plus de place aux élèves :

B : J'ai pensé que cela serait pas mal de consacrer une séance complète où ils font l'étude en vrac. [...] Suivre en fait l'idée des élèves. Tu vois, faire un peu ce qu'on avait dit au début : on va commencer par quoi, etc. Et puis à la fin construire la fiche ensemble.

Benjamin considère qu'un tel scénario lui éviterait d'inciter les élèves à étudier certains points et que l'ordre s'établirait alors naturellement à la fin de l'étude de la fonction carré, mais il émet une réserve quant à la mise en place d'un tel scénario. En effet, contrairement à ce qu'il

fait habituellement, ce scénario conduit à une séparation entre le moment d'élaboration d'une technique et l'institutionnalisation et il pense que cela occasionnerait une certaine perte de temps :

B : Mais bon ça fait perdre deux heures. Parce qu'après il faut quand même qu'ils aient l'étude de x^2 propre. Il faut la remettre en ordre après.

Au cours de l'entretien qui a lieu après le visionnement de la bande vidéo, il nous fait part d'un incident critique qui s'est déroulé quelque temps après la séance filmée et pendant lequel il prend conscience que certains élèves n'ont pas saisi l'intérêt d'étudier les différents points dans l'ordre proposé sur la fiche :

B : Bien que j'aie essayé de leur faire construire eux-mêmes le plan d'étude d'une fonction, quinze jours après quand je leur ai demandé : maintenant qu'est-ce qu'on fait ? On étudie la parité. Pourquoi ? Parce que c'est marqué sur la fiche méthode. Ça c'est décevant. Pour eux les cinq ou six minutes n'ont servi à rien. Soit il fallait pas les faire du tout, mais je ne pense pas, soit il fallait y passer plus de temps. [...] En tout cas il ne fallait surtout pas passer très vite comme je l'ai fait à la fin.

Ce constat le conforte donc dans l'idée qu'il est passé trop rapidement à l'explicitation du plan lors de la séance filmée et que la justification de l'ordre méritait qu'il s'y attarde. Il confirme alors la possibilité de fabriquer un scénario qui laisserait plus de responsabilité aux élèves. Néanmoins, en cette fin d'année de stage, il semble avoir encore des réticences à mettre en place une telle situation :

B : Je ne sais pas si je me sentirais d'attaque pour les laisser partir comme je te disais. J'ai peur c'est que, pour eux, une fois que c'est écrit... On l'a fait une fois en module, donc on peut se permettre de le refaire plus tard. C'est une sorte de module brouillon et j'ai peur que pour eux ce ne soit pas clair.

Il est clair qu'en cette fin de stage, même s'il semble avoir perçu un certain intérêt à laisser plus de responsabilité aux élèves, Benjamin éprouve encore des appréhensions face à ce type de situation. Nous repérons deux raisons qui peuvent expliquer ce sentiment. La première concerne le fait que, dans ce type de situation, les élèves sont moins cadrés et l'enseignant maîtrise moins ce qui peut se passer. Il s'avère que Benjamin avait déjà précisé qu'il n'aimait pas improviser lors des premiers entretiens de suivi, il ne semble donc pas encore prêt à "lâcher" sa classe en cette fin de stage. La seconde réside dans le fait que la mise en place de ce type de situation entraînerait un bouleversement du schéma didactique qu'il a mis en place dès le début d'année et qui lui a permis de faire tourner sa classe.

L'analyse de la séance filmée est également l'occasion de réfléchir sur la place à donner aux élèves à travers un deuxième axe, celui de la gestion des interventions. En effet, après avoir

⁹ Il fait référence ici à ce qui est ressorti de la discussion avec les élèves lors du premier épisode de la séance et le plan figurant sur la fiche distribuée.

regardé le film, Benjamin est sensibilisé par le fait que ses interventions sont parfois très directives et que cela peut être problématique, comme il le constate lors de son analyse d'un épisode pendant lequel est déterminé l'ensemble de définition de la fonction carré :

B : Là quand ils disent l'ensemble de définition c'est $[0 ; +\infty[$, je dis non et je repose la question. Alors c'est peut-être dommage d'être trop directif. Non c'est pas ça, c'est autre chose. Cela les incite à dire n'importe quoi jusqu'à ce qu'ils donnent la bonne réponse. Mais d'un autre côté, si je leur dis : calculez $(-2)^2$, est-ce que vous pouvez le faire ? Et ben, là ça fait tilt tout de suite. Ça c'est des choses vraiment pas évidentes.

Benjamin a visiblement du mal à concevoir d'autres types d'interventions et il ne lui semble pas forcément naturel de demander à ses élèves d'approfondir leurs réponses ou de leur demander de les justifier, comme le montre la suite de l'entretien :

AL : Qu'est-ce que tu pourrais faire d'autre ?

B : ... Non je vois pas. C'est le genre de choses où la réponse est donnée dans la question. [...]

AL : Mais est-ce que tu ne peux pas avoir une autre technique ?

B : ... Leur demander de choisir un nombre au hasard et de l'élever au carré. Mais je suis sûr que les seize qui sont là vont choisir un nombre positif... Ou alors, ne pas dire tout de suite non et demander : pourquoi $[0 ; +\infty[$? Demander la justification de ça. Et là normalement ils se rendent compte.

L'analyse de cette séance fait également naître des réflexions nouvelles notamment en ce qui concerne les difficultés rencontrées par les élèves lors de la mise en œuvre de l'algèbre comme outil de preuve et de leurs conséquences sur les choix didactiques. Au cours de l'entretien qui a lieu juste après la séance, Benjamin revient sur un moment où un élève propose d'étudier la parité de la fonction carré en choisissant un exemple numérique. Il confirme alors qu'il ne s'attendait pas à cette difficulté, même s'il l'avait déjà rencontrée en début d'année ("J'ai été confronté à ce problème-là, au début de l'année, pour prouver une égalité par exemple : ils t'en prennent deux et ça y est."). Mais, finalement, cette erreur ne l'a pas particulièrement dérangé ("Bon je ne m'y attendais pas plus que ça mais cela ne m'a pas tellement désarçonné. J'ai dit : non, tu ne peux pas généraliser avec un seul exemple, etc. "), même si, finalement, il ne sait pas vraiment comment la prendre en charge autrement :

B : Mais, ça, je trouve que c'est vraiment difficile à leur faire comprendre que traiter sur des exemples comme ça, ça ne généralise pas. Je ne vois vraiment pas comment on peut leur démontrer ça. A moins de donner un contre-exemple, c'est vrai. Mais euh... Ça, c'est tout ce qui me pose vraiment problème.

Après le visionnement du film, Benjamin revient sur ce type de difficulté qu'il a encore rencontré dans la suite du travail sur les fonctions lors d'études de parité, mais aussi lors d'études de variations. Il reprend alors la technique qu'il a choisie lors de la séance pour prendre en charge la réponse de l'élève qui lui propose de calculer $f(-4)$ pour étudier la parité de la fonction carré et il ne semble plus forcément convaincu de la pertinence de son choix :

B : Ça c'est pas évident de leur faire comprendre que c'est pas bon. Là j'essaie de m'en sortir en disant : tu montres un truc sur -4 , mais tu ne généralises pas. C'est quelque chose qu'ils n'ont pas, la généralisation.

Sa réflexion semble toutefois avoir évolué quant au type de contre-exemple que l'on peut proposer aux élèves pour mettre en évidence l'insuffisance de la justification à partir d'exemples :

B : Pour le "on calcule $f(-4)$ ", il y a peut-être un truc qui serait pas mal, cela serait de leur donner un contre-exemple. Si on montre quelque chose sur un seul exemple, cela ne marche pas toujours. Par exemple, si tu leur dis que 1^2 ça fait 1, donc on en déduit que pour tout x , x^2 égale x . Cela pourrait être pas mal pour leur montrer qu'il n'y a aucune généralisation avec ce qu'ils font.

Le fait d'envisager une telle prise en charge l'amène alors à s'interroger sur sa stratégie consistant à donner des exemples numériques, relevée à plusieurs reprises lors de l'étude de la vision des élèves et de leurs difficultés, et qu'il a mise en jeu au cours de cette séance pour réexpliquer aux élèves que $(-x)^2 = x^2$. Il prend alors conscience d'une certaine ambiguïté dans ses pratiques, qu'il exprime ainsi :

B : Et alors après je me contredis pas mal : quand je leur dis que pour se souvenir que x^2 égale $(-x)^2$, je leur dis de calculer $(-2)^2$. Je suis en train de prendre un exemple et de généraliser en quelque sorte. Et je leur redis en dessous : il ne faut surtout pas généraliser...

Cette réflexion se poursuit ensuite par l'analyse de la prise en charge du problème rencontré lors de l'étude des variations de la fonction carré, lorsque l'élève envoyé au tableau considère que les carrés de deux nombres a et b sont toujours rangés dans le même ordre que a et b ¹⁰ :

B : l'exemple pour les négatifs, quand on élève au carré. [...] En fait cela m'étonne qu'aucun élève ne m'ait fait la remarque. Je leur dis : ne prenez jamais un exemple pour montrer quelque chose. Et puis là c'est ce que je fais, même si moi je sais que c'est un contre-exemple. Moi je suis certain que sur les trente-trois il n'y en a pas un qui a compris la notion de contre-exemple. Et cela m'étonne qu'il y en ait pas un qui m'ait dit : vous prenez un exemple pour montrer quelque chose. Pour eux c'est sur le même plan. Et il y en a

¹⁰ Nous reprenons ci-dessous l'extrait de la retranscription de la séance qui correspond à ce moment :

L'élève écrit $a^2 \leq b^2$.

B : Donc on obtient a^2 inférieur ou égal à b^2 ...

[...]

B : D'accord. Alors, a et b on les a pris où, ça ?

E : Dans l'ensemble de définition.

B : L'ensemble de définition, c'est quoi ?

E : C'est I, R .

B : C'est I, R . Donc a et b sont deux nombres réels tout à fait quelconques. Par exemple on va prendre $a = -4$ et $b = -2$. On a bien $a \leq b$ parce $-4 \leq -2$. On élève au carré qu'est-ce qu'on obtient. $(-4)^2$ c'est combien ?

E : 16.

B : $(-2)^2$ c'est combien ?

E : 4.

B : Est-ce que $16 \leq 4$?

E : Non.

B : Pourtant c'est ce qu'on déduit de ce qui est écrit au-dessus.

[...]

pas un qui fait la remarque. C'est dommage car cela pourrait être l'occasion de dire : non ça c'est un contre-exemple.

En conclusion, nous avons retrouvé à travers l'analyse de cette séance différentes cohérences repérées lors de l'analyse des pratiques de Benjamin dans le cadre de son enseignement en algèbre. Par ailleurs, au cours des différents entretiens menés dans le cadre de ce dispositif "vidéo", nous avons vu un stagiaire s'interroger de façon pertinente, ce qui l'a conduit à prendre du recul et à avoir un regard critique sur certaines de ses pratiques.

Des analyses analogues à celles exposées dans les parties III.1 et III.2 ont été menée pour trois autres stagiaires. Elles ont été croisées afin de comparer les différents rapports professionnels à l'algèbre des quatre PLC2 considérés dans note thèse. Nous exposons maintenant les principaux résultats obtenus.

IV. Analyse croisée des rapports professionnels à l'algèbre de quatre PLC2

L'analyse croisée des études relatives à ces quatre stagiaires a mis en évidence l'existence de régularités dans la constitution et l'évolution de leur rapport professionnel à l'algèbre, mais elle a également fait apparaître une grande diversité des profils et des évolutions. C'est autour de ces deux pôles (régularités d'une part, diversités d'autre part) que nous organisons la présentation de quelques résultats.

IV.1 Les principales régularités émergeant de l'étude

Les principales régularités apparaissent à travers trois dimensions : la vision des enjeux de l'enseignement de l'algèbre, celles des élèves et de leurs difficultés, les stratégies d'enseignement élaborées. Nous en présentons ci-dessous quelques exemples :

IV.1.1. La vision des enjeux de l'enseignement de l'algèbre

L'analyse a clairement mis en évidence que, pour chacun des PLC2, la vision de l'enseignement de l'algèbre est fortement centrée sur la dimension objet de ce domaine des mathématiques : dans le travail algébrique proposé, ils donnent tous une place prédominante à la maîtrise des techniques de calcul. Et, même si certaines fonctionnalités de l'algèbre sont

repérées dès le début de l'année (notamment l'algèbre comme outil de résolution de problèmes via la mise en équation), d'autres fonctionnalités restent particulièrement occultées (par exemple, l'algèbre comme outil de généralisation ou de preuve).

Par ailleurs, les quatre stagiaires ont également rencontré une difficulté certaine à articuler dans leur enseignement ces deux dimensions outil et objet : les problèmes où l'algèbre est exploitée sont vus essentiellement comme des problèmes d'application, posés en fin de chapitre lorsque les techniques sont suffisamment travaillées. Ils ne servent que rarement à introduire ou à motiver le travail algébrique.

IV.1.2. La vision des élèves et de leurs difficultés

En début d'année, la vision des difficultés rencontrées par les élèves est fortement centrée sur les difficultés liées au système symbolique de l'algèbre et plus particulièrement sur celles relatives à la manipulation des écritures algébriques. Il s'avère qu'en début d'année, les PLC2 ont une faible capacité d'analyse des erreurs repérées et en restent le plus souvent à un niveau de constat. En fait leur système explicatif s'organise principalement autour de l'explication suivante : les élèves ne connaissent pas correctement les règles à utiliser. Il s'y associe alors un système d'aides consistant à réexpliquer les règles, à demander leur mémorisation et à les faire appliquer sur un nombre suffisant d'exercices afin que cette application se mécanise, devienne un "réflexe".

IV.1.3. Les stratégies d'enseignement

Au début de l'année, l'organisation didactique du travail algébrique est assez proche chez les quatre PLC2 : sans prendre d'informations sur les connaissances anciennes de leurs élèves, ils ont commencé par rappeler différents résultats ou techniques sans les justifier, puis ils ont proposé un ensemble d'exercices d'application. L'étude de ces derniers a fait apparaître chez ces quatre enseignants débutants une réflexion pertinente où apparaissaient une rigueur certaine lors de l'organisation du travail technique et une cohérence lors du choix des exercices (avec une prise en compte de différentes variables didactiques). Nous avons également pu repérer que tous ont eu assez rapidement le souci de proposer un travail se complexifiant progressivement et structuré de manière à favoriser l'appropriation des différentes techniques.

L'analyse des profils met aussi en évidence un souci commun relativement à la différenciation entre le travail sur les objets anciens et celui sur les objets nouveaux. Tous ont, en effet, formulé à un moment de l'année le souci d'amener les élèves à découvrir les nouvelles notions

ou propriétés avant l'institutionnalisation. Mais la mise en œuvre de cette volonté ne va pas de soi si elle n'est pas opérationnalisée par des moyens d'analyse permettant de distinguer ce qui peut être raisonnablement laissé à la charge des élèves et ce qui relèvera de la responsabilité du professeur. Lors de ces moments de découverte, nous avons, en effet, pu repérer dans les pratiques de chacun le peu de responsabilités mathématiques réellement laissées aux élèves. Mais ces convergences ne doivent pas masquer l'existence d'une grande diversité dans les profils de ces quatre stagiaires.

IV.2 La grande diversité des profils et de leurs évolutions

De réelles différences apparaissent en effet en ce qui concerne la vision des élèves, de leurs difficultés et l'élaboration de stratégies d'enseignement. Soulignons que ces diversités, ainsi que les évolutions repérées dans les profils sont parfois assez subtiles et il est donc difficile d'en rendre compte de manière synthétique sans perdre de leur substance. Nous n'en proposons donc ci-dessous que quelques exemples.

IV.2.1. La vision des élèves et de leurs difficultés

La diversité des profils relativement à cette dimension se traduit d'abord par une différence certaine au niveau du repérage de certains types de difficultés. Ainsi, Marie, enseignant dans un milieu très favorable, a repéré de manière très précise des erreurs concernant la manipulation d'écritures algébriques ou liées à l'articulation de divers modes de représentations des expressions algébriques. En revanche elle n'a jamais évoqué d'autres types de difficultés, à la différence des autres stagiaires qui ont repéré une plus grande diversité des types de difficultés repérées (par exemple, des difficultés à interpréter les expressions algébriques, des problèmes rencontrés lors de l'utilisation de l'algèbre pour prouver ou pour généraliser).

La diversité des profils apparaît aussi à travers les systèmes d'interprétation et de prise en charge de ces difficultés. Ceux de Marie sont toujours restés centrés sur le fait que les difficultés des élèves étaient dues à un manque de connaissance des règles à appliquer et la prise en charge se faisait à travers la production d'un cours structuré, illustré par de nombreux exemples et suivi par un travail des techniques cohérent et structuré, de manière à favoriser l'appropriation des différents résultats du cours. En revanche, Julien, qui avait des élèves en assez grande difficulté, s'est posé beaucoup plus de questions qui l'ont conduit à une réflexion sur le sens donné par les élèves aux expressions algébriques et à une prise de conscience

progressive de l'existence de difficultés liées aux différents changements du statut de la lettre lors de différentes tâches algébriques (inconnue, nombre généralisé ou variable). Ces réflexions l'ont alors conduit à modifier son système de prise en charge des difficultés (qui au début de l'année était semblable à celui développé par Marie) : ce nouveau système était alors basé sur l'articulation du registre sémiotique des écritures algébriques et celui des représentations graphiques.

IV.2.2. Les stratégies d'enseignement

La diversité des profils apparaît notamment lors des moments d'élaboration ou d'explicitation de techniques nouvelles. La comparaison des profils de Marie et de Claire fait ainsi apparaître, de fait, des visions totalement opposées. Marie n'organise pas de moment pour amener les élèves à découvrir ou élaborer de nouvelles techniques : elle garde à sa charge leur explicitation et semble peu soucieuse de proposer des éléments technologiques visant à justifier les techniques présentées. Cette conception de l'apprentissage de l'algèbre n'évoluera pas au cours de sa première année d'enseignement. En revanche, Claire a réfléchi très rapidement sur la place à laisser aux élèves lors de ces moments et a très vite pris conscience des biais d'un apprentissage par automatisme. Notons, enfin, que l'étude des profils de Julien et de Benjamin a fait aussi apparaître des questionnements relatifs aux responsabilités à laisser à la classe. La volonté de laisser des responsabilités mathématiques aux élèves est apparue très tôt chez Julien, mais des problèmes de gestion de classe ne lui ont pas permis de mettre immédiatement en place des situations prenant en compte ce souci. L'évolution de ses pratiques a donc été beaucoup plus progressive que celle de Claire. En revanche, pour Benjamin, ce questionnement est né en fin d'année et est resté ouvert, comme nous l'avons vu précédemment.

D'une manière générale, le rapport professionnel à l'algèbre des quatre stagiaires a évolué de façon très différente. Notre recherche nous a permis de pointer des raisons qui permettent d'expliquer ces différentes évolutions : une possible influence des conditions de travail, les représentations métacognitives des stagiaires relativement aux mathématiques et à leur enseignement, le rôle de certains incidents critiques, la propension des stagiaires à s'interroger sur leurs propres pratiques.

V. Conclusion

Comme nous l'avons précisé au début de cet article, l'état actuel des connaissances relatives à la formation des pratiques professionnelles est encore limité et certaines questions restent ouvertes. Cette recherche n'avait pas la prétention de répondre à toutes ces questions, mais il nous semble qu'elle apporte quelques éclairages quant au développement de compétences professionnelles relativement à l'enseignement de l'algèbre, qui pour certaines sont plus transversales. Certaines compétences sont, ainsi, plus rapides que d'autres à se développer en particulier celles relatives à l'identification des difficultés des élèves et leur prise en charge ou celles relatives au choix des exercices portant sur un type de tâches spécifique. Certains questionnements sont, en revanche, plus difficiles à faire naître notamment ceux sur les responsabilités mathématiques à laisser aux élèves ou ceux relatifs aux différentes fonctionnalités de l'algèbre.

Cette recherche illustre également des résultats obtenus dans d'autres recherches, notamment certaines menées dans le cadre de la double approche : le système des pratiques est cohérent et une certaine stabilité s'installe assez rapidement chez les débutants. Elle permet de pointer des éléments qui favorisent cette stabilité et de repérer des raisons qui peuvent conduire à des évolutions. Par exemple, le fait que la classe d'un stagiaire "tourne" peut favoriser une stabilisation rapide de certaines pratiques et empêcher que certains questionnements n'apparaissent. Il paraît donc important de créer en formation des milieux favorables pour conduire les stagiaires à s'interroger. De ce point de vue, le dispositif vidéo qui a été élaboré dans le cadre de cette thèse nous semble prometteur. Il a permis de travailler sur une réalité que les descriptions de pratiques, qu'il s'agisse de pratiques de pairs ou de pratiques d'experts, servant souvent de base à la formation, sont impuissantes à restituer. Dans cette réalité, tous peuvent se reconnaître. Les réactions des stagiaires à ce dispositif sont particulièrement intéressantes et l'on perçoit bien le travail qui pourrait s'y amorcer avec l'aide du formateur. De plus, on voit ici comment se croisent les regards venant de stagiaires qui enseignent à des niveaux divers, et ce que permet ce croisement. Ceci contraste avec l'impression que donnent assez souvent les stagiaires en formation de s'engager à minima dans ce qui ne concerne pas leur propre niveau d'enseignement. Il s'agit là cependant de circonstances très particulières et il serait peu sérieux de vouloir faire dire à cet épisode de notre recherche plus qu'il ne le peut. Mais il montre clairement, nous semble-t-il, l'accessibilité des stagiaires à une certaine forme d'analyse didactique des pratiques et la pertinence des questionnements qui sont susceptibles d'émerger. Il n'en reste pas moins que,

pas plus que les quelques séances sur l'algèbre de la formation suivie par ces PLC2, une séance ou deux de ce type ne peuvent suffire à soutenir un développement durable de la professionnalité enseignante en algèbre. La formation doit trouver les moyens de vivre dans la durée, et comme, contrairement à ce qui se passe dans d'autres pays, cette durée est inaccessible à la formation initiale, elle doit être pensée dans le cadre de la formation des néo-titulaires et de la formation continue.

Bibliographie

- BEDNARZ N., KIERAN C., LEE L. (1996). *Approaches to algebra. Perspectives for research and teaching*. Kluwer Academic Publishers.
- CHEVALLARD Y. (1999) L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, vol 19 n°2, 221-266.
- GRUGEON B. (1995). *Etude des rapports institutionnels et des rapports personnels des élèves dans la transition entre deux cycles d'enseignement*. Thèse de doctorat. Université Paris 7.
- LENFANT A. (2002). *De la position d'étudiant à la position d'enseignant : l'évolution du rapport à l'algèbre de professeurs stagiaires*. Thèse de doctorat. Université Paris 7.
- MARGOLINAS C., PERRIN M.J. (1997). Des recherches visant à modéliser le rôle de l'enseignant. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, vol 17/3, 7-16.
- MARGOLINAS C. (1999). Une étude de didactique des mathématiques. Recherche de synthèse et perspectives. In BAILLEUL M. (Ed.), *Actes de la X^{ème} école d'été de didactique des mathématiques*. Tome 1, 10-33. IUFM de Caen.
- ROBERT A., ROGALSKI J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche. *La revue canadienne des sciences, des mathématiques et des technologies*, vol 2.4, 505-528.
- SCHUBAUER M.L. (1999) Les pratiques de l'enseignant en mathématiques. Modèles et dispositifs de recherche pour comprendre ces pratiques. In BAILLEUL M. (Ed.), *Actes de la X^{ème} école d'été de didactique des mathématiques*. Tome 1, 34-49. IUFM de Caen.
- VERGNAUD G. (1987). Introduction de l'algèbre auprès de débutants faibles. Problèmes épistémologiques et didactiques. In *Actes du colloque de Sèvres : Didactique et acquisition des connaissances scientifiques*, 259-288. Editions la Pensée Sauvage.