

.....

F. : Est-ce que l'élève que tu choisis en particulier, c'est le hasard de la situation qui fait que c'est celui-là ou bien est-ce qu'il y a des moments où tu choisis un élève parce que tu as une idée derrière la tête. Enfin, tu le choisis intentionnellement lui et pas simplement par hasard ? parce qu'il faut en choisir un, tu comprends ce que je dis ?

M. : Mais c'est rare que ce soit au hasard parce que ou bien .....

F. : Et comment, parce que ça c'est quelque chose que je trouve difficile, comment mettre en confiance un élève qui a des difficultés en mathématiques pour qu'il puisse intervenir face aux autres, parce que il y a très souvent comme ça des élèves qui sont très introvertis qui n'osent pas intervenir, d'une part parce qu'ils se sentent en difficulté, d'autre part parce qu'ils ont peur que les autres se moquent d'eux. Alors, comment ? comment dire ? Comment est-ce que tu arrives à instaurer un climat de confiance ? un climat de confiance tel que l'élève ose intervenir vraiment ?

M. : Eh bien, je crois que pour certains élèves, je n'y arrive pas. Ça c'est quelque chose qu'on ne peut pas réussir à 100%.....

F. : Qu'est-ce qui fait que tu passes plus rapidement auprès de certains groupes ou bien que tu t'attardes plus pour d'autres ?

M. : Tout à l'heure au début, je me suis attardée plus.....

F. : Et à quel moment tu décides d'intervenir par rapport à ce qu'ils font et à ce qu'ils ne font pas, parce que lorsqu'on fait une activité, comme ça en principe, il y a la mise en commun. Donc à ce moment-là, on n'intervient pas trop par rapport à ce que les élèves font. S'ils partent sur une fausse piste, on essaie de les faire réfléchir, mais réfléchir par rapport à ce qu'ils font, mais sans pour autant corriger, mais

M. : Là ça n'était pas une activité, c'était plutôt une application des calculs de pourcentage et à la fois d'arrondis. Et c'était quelque chose de beaucoup plus classique comme exercice, bien que ce soit un travail de groupe, mais ce n'était pas une activité de découverte...

## **Exemples d'évolutions et de résistances de PLC2 de mathématiques dans leurs pratiques d'enseignement de l'algèbre**

**Agnès LENFANT**

IUFM Champagne Ardenne

Les résultats présentés au cours de cette conférence sont issus d'une recherche (Lenfant, 2002) portant sur l'étude de la constitution et de l'évolution du rapport professionnel à l'algèbre de professeurs stagiaires de mathématiques (PLC2). Ce travail a mis en évidence l'existence de régularités dans la constitution et l'évolution du rapport à l'algèbre des PLC2 avec qui nous avons travaillé. Il a également fait apparaître une grande diversité des évolutions. Nous présenterons le contexte général de cette recherche dans une première partie.

Au cours de la conférence, nous avons centré notre regard sur l'analyse des pratiques de trois stagiaires enseignant au même niveau, mais dans des conditions de travail différentes. Nous avons cherché à identifier des exemples d'évolutions et de résistances dans leurs pratiques relatives à l'enseignement de l'algèbre (partie II de notre article) et des raisons qui permettent d'expliquer des évolutions ou des résistances (partie IV). Nous avons également présenté un dispositif vidéo" qui a permis de déclencher des questionnements nouveaux chez l'un des trois professeurs stagiaires présentés (partie III).

## **I – Présentation de la recherche :**

*Des problèmes posés par la formation initiale des enseignants de mathématiques nous ont conduit à étudier la constitution de pratiques professionnelles chez les professeurs de mathématiques débutants afin de déterminer quelles entrées pourraient être plus efficaces. Nous avons centré notre travail autour de l'étude la construction d'un rapport professionnel de professeurs stagiaires à l'algèbre élémentaire, domaine central en mathématiques. Cette recherche a été globalement organisée autour de quatre questions : comment se construit et évolue la vision des enjeux de cet enseignement chez des 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 ?*

Le cadre théorique de cette recherche articule deux types de travaux : certains plus particulièrement centrés sur l'enseignant et d'autres plus spécifiques à la didactique et l'épistémologie de l'algèbre élémentaire.

En ce qui concerne l'enseignant, nous nous sommes appuyée sur deux cadres théoriques en didactique des mathématiques :

- la théorie anthropologique du didactique qui définit, notamment, un cadre d'analyse des pratiques enseignantes à travers l'étude d'organisations mathématiques et didactiques (Chevallard, 1999) ;
- la double approche des pratiques enseignantes (Robert, Rogalski, 2002) dont l'objectif est de contribuer à l'analyse et à la compréhension des pratiques des enseignants. De ce cadre nous avons retenu des hypothèses relatives aux pratiques enseignantes, qui nous semblaient primordiales à prendre en compte dans l'étude des questions que nous nous posions : 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 gestes professionnels et recueillies sur un long terme. Deux dispositifs méthodologiques ont été élaborés : le premier consistait en un suivi individuel de plusieurs stagiaires, enseignant à différents niveaux, organisé autour d'entretiens réguliers et du recueil de diverses données (leurs notes personnelles, les textes de contrôles, des copies et des cahiers d'élèves...). Le second était un dispositif "vidéo" dans le but d'obtenir des données complémentaires relatives aux pratiques des stagiaires en classes, à leurs

---

<sup>37</sup> Analyse et Evaluation des Professionnalisations.

pratiques de préparation d'une séance et aux analyses qu'ils faisaient de leurs propres pratiques. Nous précisons ce dispositif dans la partie III de cet article.

L'étude de l'évolution du rapport à l'algèbre des enseignants avec qui nous avons travaillé 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. (voir (Lenfant, 2005) pour un développement de la méthodologie adoptée).

Passons maintenant à l'étude d'exemples d'évolutions et de résistances chez trois professeurs stagiaires.

## II – Trois exemples de stagiaires :

Dans ce paragraphe, nous présenterons des exemples d'évolutions et de résistances dans les pratiques d'enseignement de l'algèbre de trois professeurs stagiaires (Marie, Benjamin et Julien), enseignant en classe de seconde. Nous avons choisi de sélectionner des stagiaires confrontés à des conditions de travail différentes afin d'en mesurer, si possible, les effets sur les évolutions et résistances. Marie et Benjamin ont ainsi effectué leur stage en responsabilité dans des lycées au centre de grandes villes et ont semblé ne rencontrer aucun problème lié à la gestion de leur classe. Julien, quant à lui, a enseigné dans un lycée technique et a exprimé, au début de son stage en responsabilité, de réelles difficultés à gérer ses élèves. Nous commençons par développer l'exemple de Benjamin.

### II.1 – L'exemple 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 bien. Dès les premiers jours, il a développé des stratégies qui font que sa classe tourne. L'étude de ses pratiques a montré de vrais points forts que nous décrivons ci-dessous.

- *Benjamin est un stagiaire qui se place immédiatement dans une posture d'enseignant réflexif :*

Ce professeur stagiaire est curieux et très ouvert. Ceci apparaît notamment à travers l'attention qu'il porte 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, ainsi que par sa volonté de vérifier ces informations.

La première rencontre avec Benjamin montre que, dès le début de l'année, il se place dans une position d'enseignant. Ceci est notamment 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 étudiée dans le secondaire. Il adopte aussi, dès le début d'année, une posture réflexive et se pose diverses questions concernant ses propres responsabilités envers les élèves, le rôle d'un enseignant de mathématiques, la construction d'un cours, les problèmes que rencontrent ses élèves, le choix de stratégies adaptées pour les prendre en charge... Et il intègre à cette réflexion divers éléments obtenus lors de discussions avec son conseiller pédagogique ou avec les formateurs. Ce positionnement rapide dans une posture d'enseignant se repère également à travers une cohérence, qui émerge dès le début d'année, dans les stratégies didactiques adoptées et dans les gestes professionnels.

Notre étude a montré, par exemple, une réflexion intéressante, dès le début de l'année, relativement aux deux gestes professionnels "choisir des exercices pour travailler une technique" et "prendre en charge les difficultés des élèves". Pour le premier de ces gestes, l'étude des pratiques de Benjamin a montré sa rigueur lors de l'organisation du travail de techniques et une cohérence certaine lors du choix des exercices (prise en compte des difficultés d'élèves, ainsi que de diverses variables didactiques). L'existence de cette cohérence dès le début de l'année semble montrer qu'une réflexion sur le geste professionnel "choisir des exercices" était déjà en germe avant la rentrée. Enfin, une cohérence apparaît également rapidement au niveau des stratégies de prise en charge des difficultés des élèves. En effet, dès le début de l'année, il met en place deux grandes stratégies : la réexplication en cas de problème et le passage au numérique. Ces stratégies sont restées privilégiées jusqu'à la fin de l'année, même si la première a montré des limites et même si l'évolution de sa vision quant aux

difficultés des élèves a contribué à l'évolution de ses systèmes de prise en charge, comme nous le verrons plus loin.

- *Benjamin est un stagiaire qui porte une attention particulière aux élèves :*

En début d'année, Benjamin a l'impression que l'algèbre paraît plus simple aux élèves que d'autres domaines des mathématiques, notamment la géométrie. Pour lui la simplicité de l'algèbre réside dans le fait que c'est un domaine situé dans la continuité du numérique, sur lequel les élèves travaillent depuis longtemps et qu'ils maîtrisent. Il est toutefois tout à fait conscient, dès le début de l'année, que ses élèves peuvent rencontrer en algèbre des difficultés qu'il doit prendre en compte. Il est, en particulier, sensible au fait qu'il doit les aider à donner du sens aux notions étudiées, à se les approprier. Les aides qu'il apporte sont alors différentes selon que le travail porte sur de l'ancien ou du nouveau. Pour les objets anciens, Benjamin ne prévoit pas de reconstruction a priori du sens, mais il prend en charge au fur et à mesure les problèmes que ses élèves rencontrent. En revanche, pour les objets nouveaux, il a la volonté d'organiser d'abord un moment consacré à la construction du sens (via des activités introductives, par exemple). D'une manière générale, Benjamin se montre, dès le début de l'année, très sensible aux difficultés que ses élèves rencontrent en algèbre et, lors du premier entretien, il décrit déjà très précisément certaines d'entre elles.

Son attention particulière aux élèves apparaît aussi dans le souci qu'il a d'aider les élèves à disposer de méthodes, à acquérir des réflexes. En effet, Benjamin met rapidement en place une stratégie d'enseignement consistant à écrire des "fiches-méthodes" sur lesquelles sont explicitées des techniques que les élèves vont ensuite appliquer sur différents spécimens de tâches. Cette stratégie sera ensuite reprise lors des différents chapitres consacrés à l'algèbre.

Enfin, le travail des techniques traduit également bien cette attention qu'il porte aux élèves : le choix des exercices montre un réel souci de les aider à s'approprier les techniques étudiées. De plus, le travail technique est bien souvent commencé en classe. Ce dispositif est un moyen pour Benjamin d'être présent pour aider les élèves à s'approprier les règles ou les techniques à appliquer. Dans les cas où les premiers exercices d'application sont donnés à préparer à la maison, Benjamin choisit des exercices simples qui ne devraient pas susciter trop de difficultés chez les élèves.

- *Benjamin est un stagiaire qui laisse une certaine place aux élèves :*

*Au cours des moments de travail technique, Benjamin a clairement 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. Notons que ce dispositif de travail lui permet de disposer d'un observatoire des difficultés des élèves et donc de les prendre en charge.*

L'analyse des pratiques de ce stagiaire fait également apparaître des points faibles notamment en ce qui concerne la place laissée aux élèves lors de l'élaboration de techniques, le traitement de types de tâches plus complexes, la motivation de certaines études. Par exemple, il leur laisse peu de responsabilités à propos de l'élaboration des fiches-méthodes que nous avons évoquées ci-dessus. L'explicitation des méthodes à appliquer reste complètement à sa charge, qu'il s'agisse de méthodes déjà rencontrées par les élèves ou de méthodes nouvelles, et il ne ressent pas le besoin de les amener à travailler sur l'élaboration de techniques. Cette caractéristique de l'enseignement de Benjamin se retrouve tout au long de l'année. C'est seulement au cours du dernier chapitre mettant en jeu de l'algèbre, celui sur les fonctions, qu'émergera un questionnement tardif sur le sens que les élèves peuvent donner à ses méthodes. Nous reviendrons sur ce point dans la troisième partie de cet article. 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 un élève au tableau et le guide par un ensemble de questions. Ce dispositif permet de faciliter la tâche des élèves.

Néanmoins, ces points faibles ne viennent pas bouleverser le bon déroulement de la classe et accentuent, bien au contraire, le sentiment de confort que doivent avoir les élèves. Benjamin a donc trouvé assez rapidement un équilibre professionnel pouvant conduire à faire l'hypothèse qu'il n'y a

pas de grands bouleversements à attendre relativement à ses pratiques. Mais, de par son attitude réflexive, son ouverture d'esprit envers les pratiques de son conseiller pédagogique comme envers la formation, de par l'attention particulière qu'il porte aux élèves favorisée par des stratégies de travail qui lui permettent de voir des choses, il se questionne régulièrement à propos de ses propres pratiques et, en particulier, à propos des problèmes que ses élèves rencontrent. Ce questionnement va le conduire à quelques évolutions dans ses pratiques, que nous développons ci-dessous.

- *Une évolution dans l'interprétation des difficultés des élèves :*

L'évolution la plus flagrante concerne l'interprétation des difficultés de ses élèves. En effet, lors du premier entretien, Benjamin semble parfois désemparé devant certaines d'entre elles et ne semble pas avoir de moyens pour les interpréter, les comprendre. Puis, au cours de l'année, son regard va évoluer pour aboutir à un système explicatif relativement expert, comme le montre l'exemple suivant lié à la compréhension des difficultés des élèves à utiliser les lettres en algèbre. 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<sup>38</sup>, 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 évolution dans l'organisation du travail des techniques :*

Une deuxième évolution plus subtile marque l'un des points forts des pratiques de Benjamin : l'organisation du travail technique. Comme nous l'avons vu précédemment, sa stratégie de choix des exercices n'a jamais changé, mais nous notons une évolution en ce qui concerne la gestion de ce travail. En effet, lors de l'étude du premier chapitre, nous avons repéré que le travail technique associé à un type de tâches spécifique était peu étalé dans le temps. A partir du deuxième chapitre, le travail technique devient beaucoup plus étalé.

Les réflexions de ce stagiaire sur ses pratiques vont également favoriser, en fin d'année, l'émergence d'un nouveau questionnement concernant l'apprentissage des méthodes, ce que nous développerons dans la troisième partie de cet article.

L'étude des pratiques de Benjamin met donc en évidence une cohérence de fonctionnement stable, qui se met rapidement en place dès le début de son stage, avec des points forts, mais aussi des points faibles. Nous avons expliqué cette stabilité par le fait que Benjamin a su rapidement faire "tourner" sa classe (Robert, 1996). Mais, certains aspects de sa logique personnelle, en particulier son ouverture d'esprit et sa posture réflexive, vont le conduire à quelques subtiles évolutions. L'on peut alors se demander si un stagiaire ayant les mêmes conditions de travail que Benjamin évoluerait de la même manière. C'est ce que nous nous proposons d'étudier dans la partie suivante en étudiant l'exemple de Marie.

## *II.2 – L'exemple de Marie :*

---

<sup>38</sup> Au cours du premier entretien, Benjamin, assez désemparé, nous relate ainsi un incident critique survenu au moment de l'introduction de la valeur absolue, en particulier après l'énoncé de la propriété "*Lorsque  $x$  est positif :  $|x| = x$ , lorsque  $x$  est négatif :  $|x| = -x$* " : « *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. »*

Marie exerce aussi dans un milieu favorable et ne rencontre pas de problèmes particuliers dans sa classe. L'étude de ses pratiques montre qu'elle a développé, en début d'année, des stratégies didactiques présentant des points communs avec celles élaborées par Benjamin et que les pratiques de ces deux stagiaires ont des caractéristiques communes. En effet, tout comme Benjamin, Marie se positionne dès le début d'année dans une posture d'enseignante et met en place, dès les premières séances, des stratégies didactiques qui font que sa classe tourne. Ces stratégies resteront-elles aussi relativement stables tout au long de l'année. L'étude des gestes professionnels de Marie : "construire un cours" et "choisir des exercices" montre ainsi une réelle cohérence dans la construction de ses cours qui apparaît d'emblée. Dès les premières séances, elle a des objectifs bien précis en ce qui concerne la conception de son cours : elle souhaite, par exemple, d'abord "bien" reprendre les différentes règles de calcul déjà étudiées au collège pour remettre en place les connaissances anciennes et pour que les élèves aient les bases nécessaires pour la suite du travail algébrique en seconde. Cet objectif se traduit par un retour sur la définition de notions et de certains types de tâches ou par un rappel systématique des différentes règles de calculs déjà étudiées au collège. Elle ne justifie aucun résultat mais se montre attentive à l'aide qu'elle peut apporter aux élèves pour qu'ils s'approprient les propriétés et les techniques retravaillées dans ce chapitre : elle fournit, pour ce faire, dans le cours de nombreux exemples d'utilisation et laisse du temps à ses élèves pour qu'ils les étudient. Ce souci restera présent tout au long de l'année : pour chacune des notions étudiées, le cours est le lieu de la mise en place, sur des exemples, de techniques destinées à traiter des types de tâches relatifs à ces notions. Pour certaines notions, son objectif est alors de présenter un catalogue le plus exhaustif possible des types de tâches que les élèves peuvent rencontrer.

La volonté de Marie d'aider ses élèves à s'approprier les règles de calcul étudiées, repérée dans ses stratégies d'élaboration d'un cours, apparaît aussi dans sa façon de structurer ses séances : après le rappel de règles associées à une notion particulière, elle propose aussitôt un travail de la technique à travers un ensemble d'exercices. Ce travail est le plus souvent débuté en classe, ce qui lui permet d'être présente pour aider les élèves à s'approprier les techniques en jeu. Son objectif pour ce travail technique est de présenter, comme dans le cours, une panoplie de toutes les variantes que les élèves peuvent rencontrer. Pour un type de tâche donné, le travail technique se fait alors sur un nombre important de spécimens et elle choisit des exercices qui conduisent à une complexification progressive de ce travail. Cette technique de choix des exercices semble avoir été en germe avant même que Marie ne prenne une classe en responsabilité puisque cette caractéristique est particulièrement frappante dans une fiche qu'elle a distribuée dès la première séance de l'année.

Une comparaison du travail technique proposé par Marie et de celui proposé par Benjamin montre donc le même souci de proposer un nombre non négligeable de spécimens pour chacun des types de tâches étudiés et de proposer une complexification progressive de ce travail en jouant sur différentes variables didactiques.

L'étude comparative des pratiques de ces deux stagiaires met également en évidence des comportements proches lorsqu'il s'agit d'aider les élèves à s'approprier les techniques étudiées. En effet, comme chez Benjamin, nous trouvons chez Marie le désir d'aider les élèves à s'approprier les différentes techniques étudiées, en débutant le travail technique lors de séances d'exercices en classe. Dans le cas où ce travail débute à la maison, elle a, comme Benjamin, le souci de choisir des exercices simples ou donne des indications pour aider les élèves. Par ailleurs, comme Benjamin, Marie ne laisse pas de responsabilités aux élèves pour l'élaboration des techniques, mais fonctionne par ostension. Benjamin et Marie sont donc deux stagiaires exerçant dans des milieux favorables et qui ne rencontrent pas de difficultés particulières avec leurs élèves. Ils ont tous les deux développé, très vite, des stratégies didactiques qui ont des points communs évidents. Cependant, ce sont des stagiaires dont les pratiques présentent également des différences, que nous précisons maintenant.

L'étude de la logique personnelle de Marie met en évidence un premier niveau de différence entre son profil et celui de Benjamin : il apparaît, d'une manière générale, qu'elle se questionne beaucoup moins que lui et semble, dès le début de l'année, avoir plus de certitudes que lui. Dès le premier entretien,

elle semble ainsi assez sûre d'elle : par exemple, ceci apparaît dans la construction de sa progression annuelle pour laquelle, contrairement à la majorité des stagiaires suivis, elle se détache du manuel de la classe en choisissant une progression différente et ne s'appuie visiblement pas non plus sur celle de son conseiller pédagogique. Pour cette élaboration, Marie ne le rencontrera que pour lui poser des questions précises au sujet de son projet déjà défini (elle avait besoin d'aide pour déterminer le temps à passer sur chaque partie de la progression).

Par ailleurs, au début de l'année, Marie se montre plus autonome par rapport à la formation didactique dispensée à l'IUFM. Elle n'est pas convaincue que certains aspects de la formation étaient vraiment utiles pour enseigner. Et, même si elle nous dit que ce qui a été fait dans une séance, consacrée à l'étude d'un ensemble d'exercices d'algèbre, lui a semblé plus adapté que le reste de la formation didactique en général, elle prend visiblement ses décisions en dehors de ce qui est travaillé en formation. En fait Marie se montre docile vis-à-vis de la formation, même si elle n'en perçoit pas bien l'utilité.

Un deuxième niveau de différence entre les deux stagiaires réside dans le fait que, d'une manière générale, elle semble se poser moins de questions que lui et paraît moins encline que lui à réfléchir sur ses pratiques : nous avons pu constater, à travers les entretiens, que, dès que nos questions dépassaient la simple description de ses pratiques et nécessitaient plus de réflexion, elle restait souvent bloquée.

Une troisième différence peut être notée quant à l'attention portée aux difficultés des élèves qui semble moins grande chez Marie qui ne sera jamais aussi précise que Benjamin dans ses descriptions. Certes, elle signale dès le premier entretien que certains de ses élèves rencontrent des difficultés en algèbre, mais cela ne semble pas avoir trop perturbé son enseignement puisqu'elle nous expliquera à la fin de l'entretien qu'elle est globalement satisfaite de ce qui s'est passé lors du travail en algèbre et qu'il n'y a que de "petites choses" qui n'ont pas marché. Tout au long des trois entretiens, Marie signalera quelques difficultés que ses élèves ont mais cela ne semble concerner qu'une minorité de ses élèves et c'est peut-être pour cette raison que Marie ne se questionne pas plus profondément sur l'interprétation et la prise en charge de ces difficultés. Elle interprète, ainsi, les quelques difficultés de manipulation qu'elle signale lors du premier entretien comme des difficultés dues au fait que ses élèves ne connaissent pas les formules à appliquer. La stratégie de prise en charge qu'elle met en place en début d'année est alors de reprendre les formules, de redonner une tâche semblable à exécuter ou de réexpliquer. Néanmoins, au cours de l'année, Marie va repérer une difficulté particulière qui la pousse à s'interroger sur ses pratiques. Cette difficulté a été rencontrée lors du travail sur les valeurs absolues pendant lequel elle se rend compte que des élèves manipulent la notation comme s'il s'agissait de parenthèses et elle les soupçonne de ne pas donner de sens à la notion, comme elle nous l'explique lors du deuxième entretien :

M : Je crois qu'ils ne se rendent pas vraiment compte de ce qu'est la valeur absolue, finalement. Sur des exercices techniques, comme on fait souvent les mêmes, ils reprennent la méthode, ça va. Mais, dans le fond, est-ce qu'ils ont vraiment compris le sens ? Je ne sais pas.

Une telle constatation aurait pu l'amener, à ce moment de l'année, à s'interroger sur les limites du travail technique qu'elle propose, sur le sens que les élèves donnent aux écritures algébriques et sur le travail à mener pour les aider à le construire. Mais elle ne semble pas pousser plus loin cette réflexion car elle paraît rassurée par le fait que même des enseignants experts rencontrent également des difficultés lors de l'enseignement de cette notion :

M : J'en parlais avec les autres professeurs du lycée. C'est un peu ce qu'ils disaient aussi. La notion de valeur absolue, c'est quelque chose de difficile pour eux.

Il apparaît que Marie s'est visiblement moins interrogée que Benjamin sur les difficultés rencontrées par ses élèves et les prises en charge envisageables. Cette différence de posture se retrouve en ce qui concerne la réflexion sur la question du sens en algèbre. La discussion autour de la notion de valeur absolue est, en fait, le seul moment de l'année où elle évoque explicitement une réflexion relative au sens que ses élèves peuvent donner à des écritures algébriques. Pourtant, comme chez Benjamin, nous notons dans la pratique de Marie des gestes qui pourraient contribuer à aider les élèves à donner du

sens aux notions étudiées, mais sa sensibilité à l'aide qu'elle peut apporter aux élèves pour la construction du sens pour les notions étudiées est moindre que celle de Benjamin. Elle a également la volonté de revenir sur les définitions de notions déjà rencontrées ou de types de tâches. Mais, contrairement à Benjamin<sup>39</sup>, tout ceci reste au niveau du discours. En effet, le travail algébrique est quasiment exclusivement axé sur l'application de règles de calcul et Marie ne semble pas s'interroger sur le sens que les élèves peuvent donner aux notions travaillées.

Nous pouvons donc pointer que Marie est une stagiaire qui évolue dans un contexte favorable et qui, dès la rentrée, s'est installée dans une posture d'enseignante. L'étude de ses pratiques en algèbre montre la mise en place très rapide de stratégies cohérentes qui conduisent visiblement à une atmosphère de travail agréable et qui ont l'adhésion de la classe. Ses stratégies possèdent des points forts comme l'organisation du travail technique, le temps laissé aux élèves pour ce travail. Mais, elles présentent aussi des faiblesses évidentes : le travail algébrique quasiment uniquement centré sur l'application de techniques avec peu de réflexion sur le sens que les élèves peuvent donner à ce type de travail, le peu de questionnement sur les difficultés qu'ils peuvent rencontrer en algèbre, le peu de responsabilités laissées aux élèves en ce qui concerne l'élaboration de techniques.

Nous avons noté précédemment que l'attitude réflexive de Benjamin l'avait conduit à différents questionnements, même s'ils n'avaient pas tous influé sur ses pratiques. Tout en étant moins encline que Benjamin à s'interroger sur ses pratiques, Marie va, elle aussi, questionner certains gestes professionnels, ce qui va conduire à deux évolutions que nous présentons ci-dessous : la première relative à l'introduction d'activités préparatoires pour l'introduction de notions nouvelles, la seconde relative à l'organisation du travail des techniques.

En début d'année, Marie n'a jamais proposé d'activité préparatoire pour le travail sur les objets anciens : elle abordait toute étude directement à partir d'un cours. Puis, progressivement, elle a commencé à proposer des activités de découverte pour l'introduction de notions nouvelles. C'est visiblement la prise en compte d'un conseil de son tuteur qui l'a conduite à choisir cette nouvelle stratégie. Mais elle ne semble pas convaincue du bénéfice que ce type de stratégie apporte :

M : Le problème des activités préparatoires c'est... Enfin, j'ai l'impression que cela prend beaucoup de temps à mettre en place et j'ai l'impression de perdre du temps.

Ce sentiment de perte de temps s'explique sans doute aussi par le fait que Marie ne semble pas s'être interrogée suffisamment sur l'articulation entre le cours et les activités. En effet, lorsque Marie introduit une activité préparatoire, le lien entre cette activité et le cours est rarement visible.

Tout comme pour Benjamin, nous notons également une évolution subtile en ce qui concerne l'étalement dans le temps du travail technique associé à un type de tâches particulier. Alors qu'en début d'année, il était centralisé sur quelques jours, en fin d'année, ce travail est plus étalé et un type de tâches particulier peut être repris plusieurs fois dans le chapitre où il a été étudié.

L'analyse des entretiens de suivis met en évidence, quant à elle, deux questionnements : l'un sur le texte du savoir, l'autre sur le type d'exercices à proposer. Mais ils n'influenceront pas sur les pratiques de Marie. Le questionnement relatif à sa façon de concevoir les cours émergera lors du deuxième entretien lors duquel elle regrette que le début de son cours sur les systèmes d'équations linéaires soit trop théorique :

M : Mais si cela était à refaire, je pense que je ferais un cours moins théorique, plus ciblé sur des exemples. Disons que quand j'ai écrit tout ça... Bon, ils sont gentils parce qu'ils recopient ce que je fais. Mais je n'ai pas eu l'impression que cela serve à grand-chose. Est-ce qu'ils ont vraiment compris ce qu'on a fait ? Je ne sais pas non plus.

De fait, pour ce chapitre, Marie commence directement par un cours dans lequel elle consacre un premier paragraphe à la redéfinition des notions d'équation à deux inconnues, de système linéaire de deux équations à deux inconnues, de solution d'un tel système et le type de tâches "résoudre un

---

<sup>39</sup> Par exemple pour la notion de solution d'une équation, Benjamin a proposé à ses élèves des exercices pouvant contribuer à un changement de rapport des élèves à cette notion.

système de deux équations à deux inconnues". Au cours de ce paragraphe, elle ne fournit qu'un seul exemple : un couple de nombres solution d'un système donné. Puis, elle aborde dans un deuxième paragraphe la question de l'interprétation graphique et le théorème concernant l'existence et l'unicité des solutions de tels systèmes. Pour cette partie, tout se fait également de manière théorique sans aucun exemple.

Malgré ce questionnement, nous retrouvons la même caractéristique dans certains paragraphes du cours sur les fonctions qui a lieu pratiquement deux mois après celui sur les systèmes, notamment dans le paragraphe consacré au sens de variation d'une où Marie propose une accumulation de définitions qu'il n'est pas forcément nécessaire d'institutionnaliser, sans motivation, en classe de seconde. Marie est tout à fait consciente de cette caractéristique de ses pratiques puisque, dans le deuxième entretien, elle nous expliquera aussi :

M : Là, j'ai refait l'erreur finalement. Tout ce qui est notion de croissance, décroissance, cela paraît... Même si je m'étais fort appuyée sur l'activité où je leur avais fait déduire que là cela montait donc la fonction était croissante. On avait pris deux réels dans un intervalle, on voyait que leurs images étaient rangées dans le même ordre et donc on a écrit cela dans le cours. Finalement dans le cours c'est finalement assez théorique, cela a été assez long. [...] Mais je ne voyais pas comment l'amener autrement. Pour moi il fallait quand même que ces définitions soient écrites quelque part.

Même si elle s'est interrogée sur l'intérêt d'un tel texte, le comportement de la classe dans laquelle elle exerce ("ils sont gentils") ne l'a pas amenée à évoluer au cours de l'année.

Le deuxième questionnement, qui n'a également pas influé sur ses pratiques, porte sur le choix des exercices à proposer. Il apparaît dès le premier entretien pendant lequel Marie s'interroge sur la forme des exercices proposés jusqu'alors en algèbre :

M : Dans les exercices que je donne, c'est souvent un petit peu la même chose. Des exercices d'application. Il faudrait peut-être que je varie un peu plus. Et puis, éventuellement, donner des exercices un peu plus de recherche.

Malgré cette interrogation qui est présente assez tôt dans l'année et l'existence d'au moins un moment dans l'année (lors du travail sur la valeur absolue) qui aurait pu conduire à une réflexion sur le sens que les élèves peuvent construire à travers un travail algébrique centré sur la technique, Marie n'a pas modifié ses premières pratiques. Outre le fait que le travail proposé semblait tout à fait convenir à ses élèves<sup>40</sup> et conduisait à un climat tout à fait agréable dans la classe, plusieurs raisons peuvent expliquer que ses pratiques n'aient pas évolué. Une première raison est que Marie semble avoir calqué sa pratique sur celle de son conseiller pédagogique, comme elle nous l'explique dans le dernier entretien :

M : C'est-à-dire que mon CP faisait finalement des cours très classiques et, au niveau des modules, il ne faisait pas de choses particulières. En fait, c'était comme une heure de TD. Du coup, j'ai fait un peu la même chose et je crois que finalement, dans les modules, c'est toujours pas mal de faire des exercices différents des exercices habituels. Bon mais c'est toujours pareil cela prend du temps.

La deuxième raison apparaît également à travers cette citation : tout au long de l'année, Marie a eu l'impression que certains exercices allaient lui faire perdre du temps. Une autre raison est qu'elle trouvait que certains de ces exercices étaient parfois difficiles et qu'elle ne savait pas toujours comment aider ses élèves, notamment pour les problèmes conduisant à des modélisations. Elle nous l'explique lors du troisième entretien :

M : C'est vrai que, quand il y a une modélisation, pour certains exercices c'est facile à expliquer. Mais, pour certains exercices, je ne vois pas comment leur dire, comment leur expliquer qu'on arrive à telle fonction. Pour ceux qui y arrivent c'est bien, mais pour ceux qui ne trouvent pas cela pose un problème.

---

<sup>40</sup> Lors du dernier entretien, Marie nous explique : " Cette année, mes élèves étaient contents de ce qu'ils ont fait avec moi et c'est aussi un peu ce qu'ils attendaient, j'ai l'impression."

En conclusion, Marie a su instaurer dans sa classe une atmosphère de travail confortable pour elle et pour les élèves. L'étude des deux questionnements qui sont apparus en cours d'année mais qui n'ont pas influé sur ses pratiques montre bien que le comportement de ses élèves ne l'a pas poussée à modifier ses pratiques, même si elle n'était pas forcément satisfaite de certaines d'entre elles. On peut alors se demander comment aurait évolué son rapport professionnel à l'algèbre dans des conditions moins favorables.

L'étude des pratiques de Julien, qui a connu des débuts bien plus difficiles que Benjamin et Marie, va montrer que les conditions de travail peuvent effectivement jouer un rôle sur l'évolution de ce rapport professionnel.

### *II.3 – L'exemple de Julien :*

Julien enseigne dans un lycée technique d'une grande ville, devant une classe de seconde uniquement composée de garçons se destinant à des filières techniques et cette classe lui pose des difficultés de gestion et de discipline. L'analyse de ses pratiques en début d'année permet d'identifier certains facteurs qui expliquent, en partie, les difficultés qu'il rencontre. Tout d'abord, Julien semble avoir du mal à se positionner en début d'année dans une posture d'enseignant et il rencontre des difficultés évidentes à passer du statut d'étudiant à celui d'enseignant. Ainsi, nous avons l'impression qu'en début d'année Julien a plutôt un rapport de type élève / professeur avec son conseiller pédagogique, qu'il prend plus ses conseils comme des injonctions et qu'il se sent en faute quand il ne les a pas suivis.

Contrairement à Benjamin et à Marie, il est difficile de trouver une cohérence dans ses pratiques en début de stage. Il semble qu'il cherche ses marques lors de ses premières semaines d'enseignement. Ceci apparaît, d'abord, à travers un changement de pratiques au bout d'une semaine d'enseignement : Julien consacre la première semaine au chapitre 1 ("Calculs numériques") dans lequel il aborde une notion nouvelle (les ensembles de nombres) et il reprend deux notions anciennes (les puissances, les racines carrées). Les séances sont alors essentiellement consacrées au cours dans lequel Julien définit ou redéfinit ces notions et dans lequel il rappelle les règles de calculs relatives aux puissances et aux racines carrées déjà étudiées au collège. Suite à ces cours, Julien propose des exercices à préparer à la maison, mais il y a peu d'articulation entre le cours proposé et le travail demandé aux élèves. Ainsi, suite au cours sur les racines carrées, Julien propose trois exercices dans lesquels les élèves doivent effectuer des calculs sur des fractions et aucun exercice portant sur les racines carrées ne sera traité. Dès le deuxième chapitre, ses pratiques se modifient : il laisse toujours une large place au cours, mais les exercices censés être préparés à la maison sont désormais en relation avec les notions étudiées en cours. Mais, il arrive également que Julien propose des exercices à préparer à la maison portant sur des notions nouvelles qui n'ont pas encore été abordées en classe.

Un deuxième élément permet d'expliquer les difficultés que Julien rencontre avec l'enseignement de l'algèbre : il a du mal au début de son stage à évaluer le niveau mathématique de ses élèves et à anticiper les difficultés qu'ils peuvent rencontrer en algèbre. Cet aspect apparaît clairement lors du travail de révision de certaines règles de calculs déjà étudiées au collège. En effet, lors de ses premiers cours consacrés à ces révisions, Julien a visiblement le souci d'aider ses élèves à comprendre les différentes règles rappelées, comme il l'exprime lors du premier entretien :

J : Je décomposais :  $a^n$ , c'est a fois a fois a, n fois.  $a^p$ , etc. On obtient  $a^{n+p}$ . Je trouvais cela bien, car souvent ils utilisent ces règles sans savoir ce qu'ils font. Je leur dis : "Si vous ne vous souvenez pas, n'écrivez pas n'importe quoi. Dites ce qu'est  $a^n$ , ce qu'est  $a^p$ . Du coup, on compte, il y en a  $n+p$ ". Mais ils faisaient toujours l'erreur après.

Julien fait ici référence aux difficultés des élèves à simplifier l'expression **Erreur !** lors d'un devoir surveillé. Notons qu'entre le cours (où quelques exemples élémentaires avaient été proposés) et cette évaluation, Julien n'a plus proposé de travail technique consacré à l'application des règles de calcul sur les puissances, ce qui explique au moins partiellement les difficultés de ses élèves. Pour cette notion, Julien n'a donc pas anticipé les difficultés de ses élèves et, même s'il est sensible au fait que les élèves ne donnent pas forcément de sens aux manipulations des formules sur les puissances, il ne propose pas un travail algébrique qui permettrait de prendre en charge les difficultés des élèves et de faire évoluer leur rapport à la notion de puissance.

A partir du deuxième chapitre, cependant, les pratiques de Julien changent. Mais, le travail algébrique qu'il propose possède des caractéristiques qui ne favorisent pas toujours l'apprentissage des élèves et qui ne lui permettent pas d'avancer dans sa connaissance sur les élèves. La comparaison de ses pratiques avec celles de Benjamin et Marie fait apparaître une première différence : au cours du premier mois d'enseignement, les élèves de Julien n'ont quasiment traité aucun exercice en classe. Pendant cette période, Julien n'en a proposé que cinq (ils sont beaucoup moins nombreux que ceux proposés par Marie ou Benjamin). Ces cinq exercices ont été traités au cours des quatre premières séances. Le travail sur des exercices en classe ne reprendra qu'après les vacances de Toussaint, soit deux mois après la rentrée, suite à la première visite de sa tutrice qui lui a alors conseillé de faire des cours moins longs et de proposer plus de travail mathématique à ses élèves pendant les séances.

Une deuxième conséquence de ce choix de pratiques est que Julien n'accompagne pas ses élèves lors des premières prises de contact avec le travail de la technique. Ceci constitue une autre différence avec les pratiques de Benjamin et Marie, qui portaient une grande importance à ces phases de travail en classe : c'était un moyen pour eux d'être présents pour aider les élèves à s'appropriier les règles ou les techniques à appliquer.

Les pratiques de Julien pour choisir les exercices qu'il propose à ses élèves diffèrent, en revanche, peu de celles de Benjamin et Marie : pour un type de tâches donné, il choisit des exercices dans son manuel de manière à faire travailler les élèves sur un nombre assez important de spécimens et de manière à proposer des tâches de plus en plus complexes. Mais, contrairement à Benjamin et Marie, il étale beaucoup moins ce travail technique dans le temps et la complexification n'est pas du tout progressive.

En conclusion, au cours de ses deux premiers mois d'enseignement, Julien est dans une situation bien plus problématique que celles de Benjamin et Marie. Il rencontre des difficultés de gestion de classe et des difficultés à enseigner l'algèbre. Ces difficultés s'expliquent en partie par le fait que Julien n'a pas anticipé en début d'année les problèmes que ses élèves pouvaient rencontrer en algèbre. Par ailleurs, l'analyse de ses pratiques fait apparaître de réelles faiblesses en ce qui concerne les moments d'élaboration des techniques et l'organisation du travail des techniques.

Néanmoins, l'analyse des pratiques de Julien en début d'année fait apparaître une certaine réflexion relativement à l'enseignement de l'algèbre qui nous semble tout à fait pertinente. En effet, l'étude du premier entretien et des premières stratégies d'enseignement relativement à l'algèbre nous amène à pointer des traces de réflexions, menées autour de la question du sens en algèbre et d'un questionnement sur les responsabilités à laisser aux élèves, qui nous semblent pertinentes et qui vont contribuer ensuite à une évolution des pratiques de Julien.

Comme nous l'avons vu lors de l'exemple de son cours sur les puissances, Julien est sensible au fait que les élèves ne donnent pas toujours de sens aux règles algébriques. Contrairement à Benjamin et Marie, il apporte plus d'éléments technologiques dans ses cours de révision du collège. Par ailleurs, l'analyse de certains exemples ou exercices choisis par Julien montre qu'ils peuvent conduire à une réflexion sur la forme d'écritures algébriques et sur les informations qu'elles apportent quant au choix des méthodes à appliquer. Un tel travail peut également contribuer à la construction du sens, et des écritures et des manipulations algébriques. De plus, les difficultés que Julien rencontre lors de l'enseignement de l'algèbre le conduisent à s'interroger sur les moyens à employer pour faciliter la tâche des élèves en algèbre, notamment en limitant les calculs. Il évoque, alors, dans le premier entretien la possibilité d'articuler le registre des écritures algébriques et celui des représentations graphiques pour traiter certains types de tâches algébriques qui lui semblent trop complexes si les élèves doivent les traiter uniquement dans le registre des écritures algébriques :

J : Puis le signe de  $ax+b$ , je le traiterai avec les fonctions comme c'est proposé dans le livre de la classe. Je me suis dit que, si je le traitais en algèbre pure avec les comparaisons de carrés, d'inverses, de racines carrées, cela n'allait pas bien passer parce qu'ils ne sont pas bons en algèbre. C'est pour cela que j'ai commencé par les généralités sur les fonctions pour pouvoir faire "fonctions affines".

Cette réflexion sur la question du sens en algèbre s'accompagne également d'un questionnement sur les responsabilités à laisser aux élèves. Au début de son enseignement, Julien laisse très peu de responsabilités à ses élèves. Toutefois, lors du premier entretien, il nous semble que sa vision de la place à laisser aux élèves évolue. En effet, à la fin du mois de novembre, il met en place, avec un de ses collègues stagiaires, une séance de module pendant laquelle les élèves doivent montrer des égalités et dégager eux-mêmes des méthodes

J : On a fait une séance pour établir des méthodes pour montrer une égalité. On leur a donné une liste d'égalités et on leur demandait de les montrer. On ne voulait pas leur donner les méthodes. Dans le livre, ils donnent la méthode. Mais, nous, on voulait qu'ils trouvent eux-mêmes la méthode. Et s'ils ne la trouvaient pas, on voulait qu'ils soient demandeurs de la méthode.

La description de cette séance, au cours du premier entretien, montre encore une fois que Julien n'a pas su trouver les moyens didactiques adéquats pour gérer ce type de travail et qu'il s'est alors, de nouveau, retrouvé en difficulté. Mais nous jugeons cette première réflexion intéressante. Soulignons qu'elle n'est jamais apparue chez Marie et que Benjamin ne s'est interrogé sur cette question que beaucoup plus tard dans l'année.

Un deuxième aspect qui peut également avoir contribué à l'évolution de Julien est son ambition mathématique qui le conduit à consulter des ressources didactiques autres que les manuels scolaires. Les difficultés, non prévues, que rencontrent ses élèves en début d'année réduisent ces ambitions. Mais, il souhaite tout de même que ses élèves apprennent à raisonner. Au bout de deux mois d'enseignement, il propose ainsi un devoir à préparer à la maison dans lequel il place des exercices qui vont demander plus de recherche aux élèves. A travers ce dispositif, Julien souhaite proposer un travail mathématique qui sort de l'application de techniques aux élèves qui veulent travailler ("Au moins que ceux qui veulent le faire puissent le faire").

Comme pour Benjamin et Marie, les pratiques de Julien vont elles aussi évoluer et différents aspects que nous venons de développer ci-dessus vont contribuer à ces évolutions, que nous présentons maintenant.

Une première évolution concerne la conception des cours. Julien devient, en effet, progressivement plus attentif à l'établissement d'un lien entre le cours proposé et les types de tâches effectivement étudiées dans le chapitre. Un deuxième aspect qui nous montre cette évolution est le souci d'amener les élèves à découvrir des notions ou des propriétés avant de les institutionnaliser. Ce souci est perceptible dans le chapitre de généralités sur les fonctions<sup>41</sup> à travers le choix de Julien de commencer ce chapitre par des activités préparatoires. Mais, à ce moment de l'année, le lien entre les activités et le cours proposé n'est pas évident. Dans les chapitres sur les fonctions affines et les fonctions usuelles, Julien choisit de nouveau de consacrer les premières séances à des activités préparatoires et l'analyse des cours fait apparaître un lien plus clair entre activités et cours. Pour la notion de fonction affine, Julien organise d'abord une re-rencontre à travers l'étude de deux activités préparatoires proposées dans lesquelles deux situations de la vie courante y sont modélisées par une fonction linéaire  $f$  et une deuxième fonction affine  $g$ . Les questions posées dans ces activités conduisent les élèves à tracer les représentations graphiques de ces fonctions, à retrouver deux propriétés de ce type de fonction (nature des représentations graphiques, proportionnalité des accroissements). Suite à ces activités, Julien commence le cours par la définition d'une fonction affine. Il établit alors un lien avec les activités en illustrant cette définition par les fonctions  $f$  et  $g$  et en reprenant les deux propriétés étudiées. Cette nouvelle caractéristique apparaît aussi dans le chapitre sur les fonctions usuelles.

---

<sup>41</sup> Précisons la progression annuelle choisie par Julien pour l'enseignement de l'algèbre : chapitre 1 "Calcul numérique" (période du 11/09 au 18/09), chapitre 2 "Transformations d'écritures" (du 21/09 au 13/10), chapitre 3 "Les intervalles de  $\mathbb{R}$ " (du 16/10 au 20/10), chapitre 4 "Fonctions, généralités" (du 16/10 au 13/11), chapitre 5 "Les fonctions affines" (du 4/01 au 22/01), chapitre 6 "Fonctions usuelles" (du 2/03 au 29/03), chapitre 7 "Inéquations" (du 11/05 au 21/05), chapitre 8 "Les systèmes d'équations" (du 21/05 au 1/06).

L'analyse des pratiques de Julien montre également des évolutions en ce qui concerne l'explicitation de techniques et l'organisation du travail technique. Il se montre progressivement beaucoup plus attentif à l'aide qu'il peut apporter à ses élèves lors de la découverte de nouveaux types de tâches et de nouvelles techniques. Il choisit d'abord une stratégie d'ostension des techniques que les élèves s'approprient ensuite à travers des exercices qui se complexifient progressivement. Ses pratiques en ce qui concerne l'explicitation des techniques tendent donc à se rapprocher de celles de Benjamin et Marie. Par ailleurs, il semble bien que la responsabilité laissée aux élèves quant à l'élaboration de ces techniques soit très limitée. Puis, Julien commence à percevoir que ses élèves ont du mal à donner du sens aux méthodes présentées ostensivement. Ainsi, lors du deuxième entretien, il évoque des difficultés de certains élèves lors de la mise en pratique de la technique d'étude des variations d'une fonction :

J : Souvent quand je leur dis "comment vous avez fait ? ", ils déballet leurs calculs. Ils ont du mal à dire leur méthode, à dire : "j'ai pris deux réels rangés dans un certain ordre, je veux voir si les images sont rangées dans le même ordre". Ils ont du mal. Je crois que cela montre qu'ils ne maîtrisent pas bien la méthode. Ils n'arrivent pas à la synthétiser.

Suite au chapitre sur les fonctions, Julien commence le chapitre sur la géométrie analytique dans lequel il aborde la notion d'équation de droite. Il repère que ses élèves ont du mal à donner du sens à cette notion. Sa réflexion sur cette difficulté le pousse alors à s'interroger sur les limites d'un travail uniquement centré sur l'application de techniques, comme il nous l'explique lors du troisième entretien :

J : Pour les équations de droites, c'est surtout un problème de sens. A la rigueur ils savent dire : "Ah, ça c'est une équation de droite". Mais ils ne savent pas à quoi cela correspond. Je leur ai demandé : "Qu'est-ce que ça veut dire que  $ax+b$  égale machin est une équation de droite ? ". Ils ne savaient pas dire que... Et même quand je leur ai dit, cela n'avait pas l'air de leur sembler évident que  $x$  et  $y$  étaient les coordonnées des points de la droite.

AL : Ils savent déterminer une équation de droite mais ils ne savent pas à quoi cela correspond ?

P : Oui, voilà c'est ça. Un problème de sens. Cela m'a frappé sur les équations de droites. Finalement c'est embêtant. Je me dis que c'est parce qu'ils ont dû voir des méthodes, beaucoup de calculs. Et puis finalement...

*Il perçoit ici que les élèves peuvent savoir appliquer des règles, utiliser des techniques sans pour autant avoir construit du sens pour les objets qu'ils manipulent et que cette construction est nécessaire. Finalement, en fin d'année, ses pratiques pour l'introduction de nouvelles techniques ont profondément évolué. Ceci apparaît très clairement lors de l'étude du signe d'un produit, pendant laquelle Julien n'introduit pas tout de suite les tableaux de signes comme l'avaient fait Benjamin et Marie. Il cherche d'abord à ce que ses élèves s'approprient le problème et recherchent une technique pour étudier le signe d'une telle expression :*

J : Et puis ensuite je leur ai donné un exemple où il y avait un produit et je les ai laissés se dépatouiller : "Qu'est-ce qu'on pourrait faire ? ".[...] Au début, il y en a un qui a développé. Alors je lui ai dit : "Ouais et tu sais faire le signe de ça ? – Ah non, il y a un carré". Déjà j'ai dit : "Bon c'est bien, on ne sait pas. Donc ce n'est pas bon de développer". Je leur ai fait se rendre compte qu'il ne fallait pas développer. Apparemment ils ont bien compris. Et puis je les ai laissés chercher et il y en a un qui a dû trouver qu'on avait un produit.

Une troisième grande évolution dans le rapport professionnel de Julien à l'algèbre concerne le repérage, la prise en charge et l'interprétation des difficultés que les élèves rencontrent en algèbre. Alors qu'en début d'année son système interprétatif de certaines difficultés de manipulation de ses élèves était essentiellement centré autour du fait que ses élèves ne connaissaient pas leurs formules, il semble avoir pris conscience qu'en travaillant sur le sens de certaines écritures on peut aider les élèves sans se limiter à leur demander de retenir par cœur certaines formules du cours. Cette réflexion semble découler d'une prise de conscience des difficultés de ses élèves à donner du sens à la notion d'équation de droite. Lors du dernier entretien, nous notons que cette réflexion s'est élargie à d'autres objets (la notion de solution d'une équation, par exemple) ou aux manipulations algébriques, comme la manipulation de puissances.

Son système de prise en charge des difficultés de ses élèves repose, quant à lui, sur l'articulation du registre des écritures algébriques et celui des représentations graphiques. Julien avait déjà évoqué cet aspect lors du premier entretien pour prendre en charge certaines difficultés en utilisant les représentations graphiques de fonctions (par exemple, l'oubli de la solution négative de l'équation  $x^2 = a$  avec  $a$  positif). Dans la suite du travail algébrique qu'il propose, cet aspect prendra une large place et, lors du dernier entretien, il nous explique qu'il est tout à fait satisfait du travail mené avec ses élèves :

J : Moi je suis assez content de la tactique de partir avec les représentations graphiques. Je trouve que c'est pas mal. Surtout avec les élèves que j'avais : ils ne savent pas additionner deux fractions sans faire une erreur. Donc, algébriquement, je me suis rendu compte que j'aurais plein de problèmes. Enfin ce n'est pas une raison pour ne pas le faire. Je préférerais aborder d'abord l'aspect graphique et leur montrer ensuite que quand on était limité avec le graphique, on n'avait pas le choix, il fallait le faire algébriquement.

De fait, Julien ne limite pas le travail de ses élèves à des types de tâches qui peuvent se traiter uniquement dans le cadre graphique et il propose des types de tâches à traiter dans le cadre algébrique, comme il nous l'explique dans le deuxième entretien :

J : Pour le sens de variation on regarde d'abord le graphique pour savoir s'il faut montrer qu'elle est croissante ou décroissante. Après, si on veut montrer qu'elle est croissante, on va manipuler les inégalités. Là on n'a pas le choix, il y a des choses à savoir.

Ce travail sur l'étude des variations lui permet, par ailleurs, de prendre conscience d'un problème que Marie n'a visiblement pas repéré et auquel Benjamin n'a été sensibilisé que lors de la séance filmée : la difficulté de certains élèves à utiliser les lettres pour prouver une propriété. Julien nous l'explique dans le deuxième entretien :

J : Il y en a pas mal qui ont du mal à manipuler les lettres. Souvent ils veulent prendre des valeurs particulières. Pour la croissance, au début je leur ai dit : "on va prendre deux réels, mais a priori il faut le montrer pour tous les réels de l'intervalle". Mais je leur dis : "Si on prend 2 et 3, on va montrer que ça marche pour 2 et 3. Après il faudrait prendre 4 et 5, etc... Il faudrait faire ça avec tous les réels. C'est pas possible. Donc, ce qu'on fait en maths à ce moment-là : on prend deux réels mais on ne présume pas de ce qu'ils sont, donc on les appelle par une lettre." Il y en a quand même qui veulent prendre des exemples.

*Il est donc confronté ici à l'un des niveaux de rationalité en algèbre décrits par B. Grugeon (Grugeon, 1995) où les justifications restent du côté du numérique. Nous notons que la prise en charge de ces difficultés est toujours située autour d'un discours relatif à la tâche et Julien ne leur montre pas à travers des contre-exemples la nécessité d'utiliser les lettres. En outre, nous notons qu'il ne semblait pas s'attendre à de telles difficultés et qu'il n'a pas proposé de stratégies pour les prendre en charge.*

Son système d'interprétation de ce type de difficulté est centré autour des différents statuts de la lettre mais il a encore du mal à expliquer son point de vue, comme le montre la citation suivante :

J : La lettre, elle sert à cacher la particularité du nombre. Là, je prends l'exemple de la démonstration. On n'a pas le même problème quand on fait du calcul algébrique, avec des identités remarquables... Là la lettre, ils le comprennent mieux : c'est un nombre. Alors que quand on fait une démonstration, cela peut-être n'importe quel nombre. C'est la même chose et pourtant c'est deux aspects différents, je n'arrive pas bien à l'expliquer.

Il a donc conscience de l'existence de différents statuts de la lettre en algèbre mais cela reste également confus pour lui. Par ailleurs, ses propositions de prises en charge sont également très peu claires : il reste encore au niveau du discours et ne propose pas de moyen pratique pour mettre en place ces stratégies. Il nous l'explique ci-dessous :

J : Je pense que ce serait bien de bien montrer pourquoi on prend la lettre. On pourrait prendre un nombre et ensuite prendre une lettre et dire qu'on cache la particularité du nombre. Je ne sais pas, on peut prendre un nombre pair et qu'on utilise sa parité et on peut arriver à des conclusions fausses. Je ne sais pas si c'est possible.

En conclusion, Julien est un stagiaire pour qui le début de l'enseignement de l'algèbre est fortement problématique. L'analyse du travail algébrique qu'il propose en début d'année fait apparaître des similarités avec ce qui est proposé par Benjamin et Marie. En revanche, contrairement à ces deux stagiaires, nous trouvons très tôt dans l'analyse des pratiques de Julien des traces de réflexion sur la question du sens en algèbre et sur la responsabilité à laisser aux élèves. Mais la gestion du travail technique mise en place et la difficulté de négocier certains aspects de ce travail "minent" les potentialités de ces réflexions pertinentes. Ce qui lui laisse un sentiment d'échec et surtout ne lui permet pas d'avancer dans la connaissance de ses élèves.

En fait Julien est très ouvert et est demandeur de conseils. Il a su, en particulier, prendre en compte ceux de sa tutrice lors de la première visite au cours du premier trimestre. Ceci lui a permis d'établir dans sa classe une atmosphère de travail plus satisfaisante et, surtout, de mieux comprendre les difficultés de ses élèves, ce qui l'a amené en retour à adapter ses pratiques. A partir de ce moment, nous pouvons noter une nette évolution de son rapport professionnel à l'algèbre qui tend à se rapprocher de celui de Benjamin : l'introduction d'activité préparatoire pour introduire les notions nouvelles, une stratégie d'ostension des techniques, une vision positive des élèves et une réflexion plus poussée sur les difficultés qu'il rencontre. Mais, la réflexion de Julien sur le sens en algèbre et sur les responsabilités à donner aux élèves va se poursuivre, ce qui conduira à une nouvelle évolution de son rapport à l'algèbre.

Dans la partie suivante, nous allons décrire un dispositif "vidéo", testé dans le cadre de notre recherche, qui a permis de faire naître chez Benjamin de nouveaux questionnements sur ses pratiques.

### III – D'autres questionnements chez Benjamin :

Dans le but d'obtenir des informations complémentaires sur les pratiques en classe de PLC2 et sur les analyses qu'ils étaient susceptibles d'en faire, nous avons mis en place au cours de notre deuxième année d'expérimentation un dispositif "vidéo", qui a concerné cinq professeurs stagiaires dont Benjamin<sup>42</sup>. Au cours du second trimestre, nous avons demandé à ces cinq personnes d'élaborer une séance d'algèbre que nous sommes allées filmer dans leur classe. Parallèlement à ce film, nous avons organisé trois rencontres avec chacun des PLC2 concernés : une première, qui avait lieu quelques jours avant la séance au cours de laquelle le stagiaire devait donc nous présenter sa séance. Au cours de cet entretien, nous avons également fait le choix de donner notre avis sur la séance et de proposer quelques modifications, si cela nous semblait nécessaire. Précisons qu'il ne s'agissait pas pour nous d'essayer de modifier la logique des séances prévues, mais, ayant constaté dans les analyses concernant ces stagiaires les difficultés qu'ils rencontraient généralement à donner une réelle responsabilité mathématique à leurs élèves, nos questions et suggestions éventuelles visaient à essayer de rendre le professeur stagiaire plus sensible à cette dimension et à l'aider à accroître, si besoin, cette responsabilité, localement, sans perturber pour autant l'architecture de la séance. La deuxième rencontre avait lieu aussitôt la séance filmée. Au cours de cet "entretien bilan", notre objectif était de recueillir les premières réactions à chaud et les premières analyses du stagiaire. Puis, environ trois mois après les séances filmées, nous avons de nouveau rencontré individuellement chacun des PLC2 et nous avons visionné ensemble le film, le but de cette troisième rencontre étant d'accéder à l'analyse qu'ils faisaient, en fin d'année, de ce qu'ils avaient vécu.

Le travail mené avec Benjamin, via ce dispositif, a conduit à l'émergence de deux nouveaux questionnements qui n'étaient pas encore apparus lors des entretiens réguliers que nous avons eus avec lui. Dans la suite de cette partie, nous présentons la séance filmée et les analyses menées par Benjamin.

#### III.1 - L'étude de la séance filmée :

Cette séance se déroule 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

---

<sup>42</sup> Les suivis individuels de Marie et Julien se sont déroulés lors de la première année d'expérimentation.

décroissance, de parité et d'imparité<sup>43</sup>. 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 :

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

Il envisage alors de commencer par faire remplir cette fiche (il pense demander aux élèves de rappeler les différentes techniques à utiliser), puis de les amener à étudier les points du plan pour la fonction "carré" (pour chacun de ces 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.

- *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 de les aider 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 par  $-x$  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.

<sup>43</sup> Le suivi de Benjamin a eu lieu lors de l'année 1999-2000 et ces notions faisaient encore partie des programmes de la classe de seconde.

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.

- *Analyse du déroulement effectif 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 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.2 - 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 deux<sup>44</sup> : 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.

---

<sup>44</sup> 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.

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 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  $b$ <sup>45</sup> :

---

<sup>45</sup> 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  $\mathbb{R}$ .

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 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.

Passons maintenant à la dernière partie de notre conférence dans laquelle nous avons évoqué des exemples de raisons qui peuvent expliquer des évolutions ou des résistances dans les pratiques des trois professeurs stagiaires sur lesquelles nous avons travaillé.

#### **IV - Des raisons qui expliquent les évolutions :**

L'étude des différents rapports professionnels à l'algèbre menée dans notre travail fait tout d'abord apparaître une possible influence des conditions de travail sur les évolutions repérées. Ainsi, Julien qui exerçait avec des élèves peu motivés par les mathématiques et rencontrant de nombreux problèmes s'est clairement plus interrogé que Marie, exerçant dans un milieu beaucoup plus favorable, sur les difficultés rencontrées par les élèves en algèbre et sur les prises en charge envisageables. Cette réflexion l'a, par ailleurs, conduit à développer un système interprétatif beaucoup plus approfondi que celui de Marie. Mais, il apparaît aussi clairement que le contexte dans lequel le stagiaire exerce ne suffit pas pour expliquer son évolution. En effet, Benjamin exerçait également dans un milieu plus favorable que celui de Julien et pourtant une caractéristique forte de son profil est l'attention particulière portée aux élèves et à leurs difficultés.

Il semble également que certains incidents critiques jouent un rôle particulier sur les évolutions possibles du rapport professionnel à l'algèbre des enseignants débutants. Ceci est notamment apparu dans notre recherche lors de l'analyse des pratiques de Benjamin. Au cours de son année de stage, il a été notamment confronté à deux incidents critiques qui l'ont conduit à s'interroger d'une part sur les difficultés rencontrées par les élèves lors de l'utilisation de la lettre en algèbre, d'autre part sur les limites d'un apprentissage de l'algèbre par automatisme. Néanmoins, s'il est vrai que certains incidents peuvent éventuellement sensibiliser les stagiaires à certains problèmes, il n'est pas évident qu'ils permettent pour autant de construire des stratégies plus performantes, comme l'a montré l'exemple de Marie lors du travail sur les valeurs absolues.

Différents chercheurs insistent sur le fait que l'expérience seule ne suffit pas et que la construction de compétences professionnelles nécessite une certaine pratique réflexive (Perrenoud, 1992, par exemple). Ce point de vue semble renforcé par notre recherche. En effet, l'analyse des pratiques de Marie, Benjamin et Julien montre une différence d'évolution entre Marie et les deux autres stagiaires. Or, l'analyse des entretiens de suivis avec cette personne a mis en évidence une certaine difficulté à

---

B : C'est  $\mathbb{R}$ . 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.

[...]

prendre du recul par rapport à ses pratiques ou par rapport à certains conseils, à se placer dans une posture réflexive. En revanche, les deux autres stagiaires se sont montrés plus enclins à se placer dans une telle posture.

Enfin, les représentations métacognitives des stagiaires relativement aux mathématiques et à leur enseignement semblent également jouer un rôle sur les évolutions repérées. Notre travail n'était pas spécialement centré sur la détermination de ces représentations pour les stagiaires considérés, mais il nous a permis d'en pointer quelques éléments. Certaines caractéristiques des profils nous semblent ainsi avoir leur origine dans certains de ces éléments. Prenons, l'exemple d'une autre stagiaire, que nous avons suivie, pour qui l'enseignement des mathématiques doit s'accompagner d'un travail d'aide au développement d'une certaine autonomie des élèves face au travail. Ses pratiques ont été fortement marquées par une réelle volonté de donner certaines responsabilités à ses élèves, s'expliquant certainement en partie par cet aspect de sa vision de l'enseignement des mathématiques.

## **V – Conclusions :**

Ce travail d'analyse des pratiques de trois professeurs stagiaires enseignant au même niveau mais dans des conditions de travail différentes a permis de repérer des évolutions et des résistances relativement à différents aspects de l'enseignement de l'algèbre. Nous avons essentiellement centré notre conférence sur l'analyse des deux points suivants :

- *la vision des élèves et de leurs difficultés :*

Notre étude fait apparaître qu'en début d'année cette vision des trois PLC2 est fortement centrée sur les difficultés relatives au système symbolique et plus particulièrement à la manipulation des écritures algébriques et qu'ils ont une faible capacité d'analyse des erreurs et restent le plus souvent à un niveau de constat. En fait, leur système explicatif s'organise principalement alors autour de l'explication suivante : les élèves ne connaissent pas correctement les règles à utiliser. Il s'y associe un système d'aides consistant à ré-expliciter les règles, à demander leur mémorisation et à les faire appliquer dans un nombre suffisant d'exercices pour que cette application se mécanise, devienne un réflexe. Au cours de l'année, la vision des élèves et de leurs difficultés a évolué chez chacun de ces trois stagiaires. Elle s'est accompagnée de la prise de conscience d'autres types de problèmes ainsi qu'une évolution de leur système d'analyse. Mais les évolutions sont différentes selon les trois PLC2 : ainsi l'étude des entretiens avec Marie a montré que cette stagiaire a repéré de manière très précise des erreurs concernant la manipulation d'écritures algébriques ou liées à l'articulation de divers registres sémiotiques. Mais, lors de ces rencontres, elle n'a jamais évoqué, par exemple, de difficultés liées au sens des écritures algébriques ou d'autres difficultés rencontrées par les élèves lors de l'utilisation de l'algèbre pour prouver une propriété. L'étude des entretiens avec Benjamin et Julien montre, en revanche, une plus grande diversité dans les types de difficultés repérées. La diversité des évolutions apparaît aussi à travers les systèmes d'interprétation. Ainsi, nous avons pu observer que celui de Marie est toujours resté centré sur le fait que les difficultés de ses élèves étaient dues à un manque de connaissance des règles à appliquer. Parallèlement, nous avons pu noter chez les autres stagiaires des évolutions évidentes de leur système explicatif. Ainsi, on constate chez Benjamin une prise de conscience progressive des difficultés liées aux différents changements du statut de la lettre en algèbre et une intégration de cette dimension dans son système interprétatif. De même, chez Julien, nous avons pointé l'évolution de ses réflexions sur le sens donné par les élèves aux écritures algébriques et l'évolution du système explicatif qui en découle.

- *les stratégies d'enseignement de ces trois enseignants débutants :*

Un résultat de notre étude relative aux stratégies d'enseignement concerne la mise en place au début de l'année d'organisations didactiques assez proches. En effet, dans les premiers chapitres essentiellement consacrés à un travail sur des objets déjà étudiés au collège, les trois stagiaires ont mis en place des schémas didactiques relativement semblables. Par ailleurs, dès les premiers cours, nous avons pu noter chez ces enseignants une réflexion intéressante relativement au geste

professionnel "choisir des exercices pour travailler une technique". L'étude de leurs pratiques a montré 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 pu constater, par ailleurs, que Marie et Benjamin ont eu très tôt le souci de proposer un travail se complexifiant progressivement et structuré de manière à favoriser l'appropriation des différentes techniques. Julien, a eu, quant à lui, plus de difficultés à passer de la position d'étudiant à celle d'enseignant et, de ce fait, a rencontré au début de son stage des difficultés pour doser le travail à proposer aux élèves et pour mettre en place une gestion qui favorise leur apprentissage. Mais, la prise en compte de différents conseils, dont ceux de sa tutrice, l'ont conduit à approfondir sa réflexion quant à la gestion de ce travail des techniques. Ses pratiques se sont alors fortement rapprochées de celles des trois autres. Ces caractéristiques du travail des techniques, communes aux trois stagiaires, ont été retrouvées tout au long de l'année dans les pratiques de ceux-ci.

Mais, là aussi, nous avons pu noter des évolutions différentes suivant les personnes considérées. Les trois stagiaires ont tous exprimé, à un moment ou à un autre, la volonté de proposer un travail spécifique pour les objets nouveaux, qui s'est caractérisée le plus souvent par l'introduction progressive d'activités préparatoires. Sur ce point, l'étude des pratiques de ces enseignants a alors montré des diversités évidentes dans l'exploitation de ces activités. Ainsi Marie a-t-elle progressivement introduit des activités de découverte pour l'introduction de notions nouvelles mais l'étude de ses cours a mis en évidence que le lien entre les activités et les résultats institutionnalisés était rarement visible. Julien, quant à lui, a également pris conscience de l'intérêt d'amener les élèves à découvrir des notions ou des propriétés avant de les institutionnaliser et, comme Marie, il a fait le choix de mettre en place des activités préparatoires. Comme elle, il n'a pas été attentif au départ à la nécessité d'établir un lien entre ces activités et le cours, mais progressivement nous avons pu observer une réelle évolution de sa réflexion relativement à l'exploitation des situations d'introduction proposées.

La diversité des évolutions apparaît également à travers les moments d'élaboration ou d'explicitation de techniques nouvelles. 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. L'étude des pratiques de Julien et de Benjamin a fait apparaître, elle aussi, des questionnements relatifs aux responsabilités à laisser à la classe. La volonté de laisser de telles responsabilités à ses élèves est apparue relativement tôt chez Julien. Mais les problèmes de gestion de classe rencontrés par ce stagiaire ne lui ont pas permis de mettre immédiatement en place des situations prenant en compte ce souci. En revanche, pour Benjamin, ce questionnement est né en fin d'année et est resté ouvert. Cette différence au niveau des réflexions menées autour des responsabilités susceptibles d'être laissées aux élèves au cours d'une séance conduit à d'autres diversités relativement à certains gestes professionnels (la gestion d'exercices plus difficiles, par exemple) ou à certains moments didactiques (les moments de re-rencontre avec certains objets, par exemple).

Notre travail a mis en évidence certaines raisons qui permettent d'expliquer certaines évolutions ou résistances : une possible influence des conditions de travail, le rôle de certains incidents critiques, le rôle du conseiller pédagogique, une influence certaine de la propension de certains stagiaires à s'interroger sur leurs pratiques, le rôle des représentations métacognitives relativement aux mathématiques et leur enseignement.

Il a également montré qu'il était possible de créer des milieux (via l'analyse de vidéos, en ce qui nous concerne) qui pourraient conduire les stagiaires à se questionner davantage et à dépasser certaines résistances.

### **Bibliographie :**

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.
- LENFANT A. (2005) De la position d'étudiant à la position d'enseignant : l'évolution du rapport à l'algèbre de professeurs stagiaires. In CASTELLA C., HOUEMENT C. (Eds), Actes du séminaire national de didactique des mathématiques, année 2004. IREM de Paris 7.**
- PERRENOUD P. (1992). Quelle formation pour un métier nouveau ? *Educateur* n°17, 26-27.
- ROBERT A. (1996). IUFM : Réflexion sur la formation professionnelle initiale des professeurs de mathématiques des lycées et collèges. *Repères IREM* n° 23, 83-108. Editions Topiques.
- 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.