

CAHIER DE DIDIREM

**DEA DE DIDACTIQUE DES DISCIPLINES
DIDACTIQUE DES MATHEMATIQUES**

**L'ENSEIGNEMENT DE LA MULTIPLICATION DES
DECIMAUX PAR UN PROFESSEUR DEBUTANT DANS
UNE CLASSE DE SIXIEME EN ZEP**

Aurélie CHESNAIS

**DIDACTIQUE DES MATHEMATIQUES
UNIVERSITE PARIS 7 - DENIS DIDEROT**

**DEA DE DIDACTIQUE DES DISCIPLINES
DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES
UNIVERSITÉ PARIS 7 – DENIS DIDEROT**

**L'ENSEIGNEMENT DE LA MULTIPLICATION DES
DÉCIMAUX PAR UN PROFESSEUR DÉBUTANT DANS
UNE CLASSE DE SIXIÈME EN ZEP**

Aurélien CHESNAIS, septembre 2004

Introduction

La première question à l'origine de ce DEA est une question d'enseignant : comment doit-on, ou peut-on faire, avec des élèves dits « en difficulté(s) », supposées ou réelles, mises en évidence par des « évaluations nationales » ou préjugées du fait de l'appellation ZEP¹, pour enseigner, pour traiter le programme, malgré des pré-requis non acquis – ou du moins supposés non acquis - ?

Du point de vue du chercheur en didactique, il s'agit, dans le cas particulier des ZEP, de comprendre les choix faits par l'enseignant dans sa préparation des cours et dans sa classe, de mieux cerner les contraintes qui s'exercent sur lui et de tenter d'évaluer les marges de manœuvre et les alternatives qui existent, si elles existent. Il se pose en effet aux enseignants de ZEP, avec un public réputé difficile, un problème sans doute plus aigu qu'ailleurs : comment introduire de nouvelles connaissances quand on suppose que les pré-requis ne sont pas maîtrisés, étant bien connu qu'« on ne construit rien de solide sur du sable » ?

D'autre part, la question semble cruciale lorsqu'on sait que beaucoup d'enseignants de ZEP, - une majorité dans certains établissements, notamment en région parisienne -, sont très peu expérimentés.

Exposons plus précisément la problématique et la méthodologie élaborées afin de mener cette étude. Nous terminerons en indiquant le plan de la suite du texte.

Problématique

Nous nous sommes intéressée au niveau sixième, charnière dans la scolarité, car, d'après notre expérience d'enseignante, il semble qu'il soit possible pour les élèves, souvent encore curieux et intéressés, soit de « raccrocher » en mathématiques, soit au contraire de « décrocher ». Il s'agit également d'un niveau intéressant du point de vue de l'articulation des nouvelles connaissances avec les anciennes : en effet, le programme de sixième comporte peu de nouveautés par rapport au programme du cycle 3, mais l'accent est mis sur la façon d'aborder ces contenus, qui se veut plus systématique, plus abstraite, plus formalisée.

L'étude du chapitre concernant la multiplication des décimaux semblait particulièrement appropriée, dans la mesure où, d'une part, il s'agit d'un chapitre déjà largement étudié par les didacticiens – notamment Eric Roditi² dans sa thèse portant sur l'étude de « *pratiques ordinaires d'enseignement de la multiplication des décimaux en sixième* », d'autre part parce qu'il s'agit, dans ce chapitre, de renforcer les connaissances du primaire - techniques et conceptuelles - sur les décimaux et sur la multiplication, tout en introduisant la multiplication de deux nombres non entiers, tant du point de vue de la technique que de la signification. Les élèves ont déjà été largement confrontés à l'école primaire à des situations multiplicatives et aux techniques opératoires faisant intervenir des entiers ou le produit d'un entier par un décimal, mais, depuis la réforme des programmes de 1995, l'étude de la multiplication de deux nombres décimaux est dévolue aux enseignants de sixième. Il s'agit donc de renforcer les connaissances sur la multiplication tout en les élargissant au cas de deux nombres non entiers : le problème des pré-requis ne peut être évité ! Notons qu'un des enjeux est alors de passer d'une conception de type addition répétée

¹ Il s'agit actuellement de REP, ou de ZEP/REP, mais la plupart des enseignants du secondaire parlent encore de ZEP

² RODITI (2001)

de la multiplication à une conception bi-dimensionnelle, comme l'explique E. Roditi dans sa thèse.

L'étude porte sur l'ensemble du chapitre relatif à la multiplication des décimaux dans une classe de sixième d'un établissement de ZEP de région parisienne, en tenant compte du projet de l'enseignant, de ses conceptions et du déroulement. Le but est d'essayer de caractériser cet enseignement par rapport au travail en classe ordinaire, grâce, notamment, à la comparaison avec les observations de la thèse d'Eric Roditi, et d'évaluer l'influence que le niveau supposé des élèves peut avoir sur la stratégie comme sur le déroulement³.

On peut en effet se poser la question de savoir si, en essayant de « s'adapter aux difficultés des élèves », le risque n'est pas de limiter les objectifs, de revoir les exigences à la baisse, voire de travailler au niveau n-1, et de faire ainsi de la « remédiation en permanence », au détriment finalement des apprentissages des élèves, comme l'a mis en évidence Bernadette NGono⁴ dans certaines classes de primaire en ZEP. De façon plus concrète, quelle autonomie les enseignants laissent-ils aux élèves dans la construction des connaissances ? Cherchent-ils à limiter les difficultés auxquelles ils confrontent les élèves ? Notamment, les tâches mathématiques proposées sont-elles systématiquement des tâches simples et isolées ou proposent-ils des tâches nécessitant des adaptations⁵ ?

Méthodologie

Pour des raisons pratiques, nous avons décidé de mener l'étude dans l'établissement où nous sommes enseignante, malgré le risque de biaiser quelque peu les observations. Le choix de l'enseignant concerné a été limité par divers facteurs : plusieurs des enseignants de mathématiques de l'établissement sont contractuels et, parmi les titulaires, deux avaient déjà traité le chapitre en question au moment où les observations ont commencé ; le troisième a accepté de se prêter à cette étude.

M. Marc est néo-titulaire, il a été stagiaire en collège en ZEP en province, mais enseigne en sixième et en région parisienne pour la première année. Ce facteur ne semble pas négligeable dans l'interprétation des observations et sera pris en compte, notamment à la lumière des observations menées par D. Butlen⁶ sur les enseignants débutants en primaire. Il a en charge deux classes de sixième : une classe réputée « bonne » dans l'établissement, posant très peu de problèmes de discipline et dont il est professeur principal. Cette classe a obtenu les meilleurs résultats de l'établissement aux évaluations à l'entrée en sixième, soit un score moyen de réussite de 63,4 %, mais avec de fortes disparités entre les élèves ; rappelons que le score moyen national est de 61,2 %. L'autre en revanche est une classe réputée de moins bon niveau⁷, plus difficile et où les problèmes de discipline sont nombreux. Après avoir observé les deux classes lors de la première séance du chapitre, nous avons décidé de limiter l'étude à la première classe, dans la mesure où la gestion de la classe dans le deuxième cas est

³ Nous pouvons cependant déjà indiquer que d'autres facteurs peuvent intervenir dans les choix, qui tiennent à la personne de l'enseignant, et que nous n'aurons pas les moyens de démêler exactement ce qui est vraiment dû à l'environnement.

⁴ NGONO (2003)

⁵ Rappelons que les adaptations nécessaires à la réalisation d'une tâche sont, d'après les résultats de la recherche en didactique des mathématiques, un indice de difficulté, mais aussi de qualité, en termes d'apprentissages pour les élèves.

⁶ Cf. BUTLEN in PELTIER et al (2004)

⁷ Le score moyen de réussite de la classe est de 51.9 %

problématique et perturbe très largement le travail pédagogique. L'avis de l'enseignant concernant ses deux classes sera toutefois pris en considération dans le questionnaire préalable, notamment pour ce qui est de la comparaison des deux, et des différences que l'enseignant fait consciemment, voire volontairement entre les deux.

Un des moyens d'avoir une idée des conceptions – conscientes et formulées – d'un enseignant est de mener des entretiens. Un entretien préalable⁸ avec l'enseignant objet de l'étude a donc eu lieu. Les questions portaient à la fois sur les mathématiques, l'enseignement de cette discipline, les élèves de ZEP, leur rapport au savoir (mathématique) et ce qui peut les distinguer d'une autre population, ainsi que le projet de l'enseignant concernant le chapitre et ses objectifs. L'entretien a été enregistré, les réponses transcrites puis analysées à la lumière des cinq composantes définies par A. Robert⁹ : composantes institutionnelle, sociale, personnelle, cognitive et médiative. Les composantes institutionnelle, personnelle et surtout sociale nous permettent de saisir certaines des conceptions de M. Marc, en particulier sur ce qui distingue à ses yeux les élèves de ZEP des autres, et les conséquences que cela peut avoir sur ses pratiques. Les composantes cognitives et médiatives concernent davantage le projet d'enseignement lui-même et ses modalités de mise en pratique dans la classe, ce qui permettra de les comparer au scénario, puis au déroulement.

L'ensemble des séances consacrées au chapitre - 13 par élève - a ensuite été enregistré. L'idée de filmer, préalablement envisagée, a été abandonnée à cause du risque de perturber le déroulement de la classe, en modifiant notamment les attitudes des élèves.

Le but étant ensuite en particulier de comparer les pratiques de M. Marc avec celles des enseignants de classes ordinaires observés dans la thèse d'E. Roditi, la méthodologie employée a donc été en partie la même. En effet, le champ mathématique délimité par M. Marc est étudié, de même que la stratégie que l'enseignant a élaborée pour le chapitre, qui est reconstituée à partir des réponses au questionnaire préalable et des enregistrements des séances. Nous avons ajouté, pour avoir une description plus fine du scénario, une analyse a priori des tâches proposées, en reprenant les catégories d'A. Robert¹⁰ : nous avons cherché à identifier les caractères simple ou au contraire nécessitant des adaptations, isolé ou au contraire faisant appel à des connaissances différentes, mobilisant des connaissances anciennes, nouvelles ou mélangeant les deux....

Le déroulement des séances est enfin décrit à partir de transcriptions des enregistrements : chaque séance est découpée en épisodes, minutés puis classés en six catégories : épisodes de gestion de classe (épisodes où l'enseignant intervient pour des problèmes de discipline), épisodes de cours, épisodes de calcul mental, épisodes où les élèves sont autonomes, et phases collectives ; les phases collectives ont également été classées en deux sous-catégories : les épisodes de correction de travaux faits à la maison et les autres (regroupant des phases de réflexion collective, des phases de résolution collective d'exercices, les phases de bilans, ...). Les déroulements sont finalement décrits, en se limitant à l'étude du déroulement de certains extraits choisis en relation avec certaines tâches mathématiques en particulier (parmi celles ayant fait l'objet de l'analyse a priori), représentatives des divers contenus abordés et des divers modes de gestion du professeur. Nous nous sommes attachée notamment à la comparaison du déroulement des tâches avec le scénario prévu par l'enseignant. Nous avons pour cela étudié les activités effectives des élèves – du moins leurs

⁸ Questionnaire en annexe

⁹ ROBERT et ROGALSKI (2002)

¹⁰ ROBERT (2003)

traces¹¹ - à la lumière de l'analyse a priori des tâches proposées menée lors de l'étude du scénario. Nous décrivons également les accompagnements du professeur et sa gestion du déroulement : le type d'animation, l'enrôlement des élèves, l'adaptation des tâches proposées et la gestion des interventions et interactions.

A partir de cette description, les déroulements sont analysés, en privilégiant certains axes : les activités du professeur sont étudiées, en particulier la nature et la quantité de ce qu'il prend à sa charge dans la résolution des tâches mathématiques ; le rôle du contrat didactique, notamment du point de vue des différences avec une classe ordinaire est également étudié ; puis les places relatives et les contenus des travaux faits respectivement en classe et à la maison ; enfin le rôle de la variable *temps*. En effet, le temps ayant semblé jouer un rôle important dans les prises de décision de l'enseignant tout au long de la description des déroulements et déjà lors de l'entretien préalable, il paraissait intéressant d'étudier cela plus en détail. L'analyse du déroulement est finalement mise en perspective avec le projet global et les objectifs de l'enseignant.

Tout au long de ces analyses nous essayons de répondre à la question du début : comment enseigner à des élèves dont on pense qu'ils ne possèdent pas ou mal les connaissances pré-requises ?

Notre travail s'organise en trois grandes parties : la description brute occupe les deux premières et une synthèse de nos analyses de pratiques de cet enseignant est exposée en dernière partie. La conclusion nous permet de faire le point sur la question proposée. Voici le plan précis :

A. L'entretien préalable

B Une description générale des séances

1) La stratégie d'enseignement et les tâches proposées

2) Le déroulement

C Une synthèse des pratiques de l'enseignant.

¹¹ Rappelons que, les activités effectives des élèves s'effectuant en pensée, nous ne pouvons en percevoir que des traces.

A. L'entretien préalable

L'entretien a eu lieu après que M. Marc eut préparé le chapitre et juste avant la première séance. Il est évident que la part des conceptions que l'on perçoit à travers un tel entretien est très faible et ne concerne que les conceptions *conscientes* qui ne concordent pas nécessairement avec les actions.

Les objectifs étaient d'évaluer :

- la composante personnelle de l'enseignant : parcours, représentations, contraintes...,
- les composantes institutionnelle et sociale : perception de l'établissement, conception des élèves, de leurs connaissances, des élèves en difficulté etc., et l'influence dont il est conscient de ces facteurs sur ses pratiques,
- la composante cognitive : projet de l'enseignant sur le chapitre et projet plus global, objectifs, progression, ... ainsi que la façon dont il justifie ses choix,
- la place de la remédiation dans le projet et la conception de la remédiation, (sa nécessité, son importance, son utilité...),
- la composante médiative : les pratiques, la gestion des activités des élèves en classe et des échanges, les accompagnements etc.,
- les différences conscientes, voire volontaires, qu'il fait dans son projet et ses pratiques en fonction des classes et des élèves, et les raisons conscientes de ces différences.

La composante personnelle et la composante sociale ont été essentiellement appréciées dans la première partie du questionnaire. Il s'agissait à la fois de connaître ses expériences précédentes, afin de replacer son enseignement actuel dans un certain contexte, et d'apprécier ses conceptions sur les ZEP, le collège, les élèves de région parisienne, les difficultés de tels élèves etc. ; enfin, tenter de savoir s'il avait conscience de l'influence de ses conceptions sur ses pratiques.

Il ressort du questionnaire que ses premières expériences d'enseignement remontent à quatre ans auparavant, sous forme de remplacements, dans des établissements privés ou publics, du niveau sixième jusqu'à terminale. Ses expériences sont diverses (sixième, quatrième, troisième, seconde, première STI, terminale, préparation au concours d'infirmier...), mais toujours très courtes, et plutôt en zone rurale. Certains établissements étaient de type ZEP, notamment l'établissement de son stage en responsabilité, collège de ZEP en province, dans lequel il enseignait à une classe de quatrième.

Lors des observations, il enseigne pour la première année complète en tant que titulaire, en région parisienne, dans un collège de ZEP (ayant été titularisé en novembre de l'année précédente, il a effectué huit mois en tant que titulaire dans un lycée technologique de province).

Etant donné la durée de ses précédentes expériences en sixième, on peut considérer que c'est la première fois qu'il traite ce programme et qu'il est confronté à ce type d'élèves.

En revanche, sachant qu'il serait probablement affecté dans un collège de ZEP en région parisienne, il a demandé dans ses vœux le collège où il a été nommé. Son choix était à la fois motivé par le lieu – pratique pour rentrer en province –, et par le fait que l'établissement, tout en étant en ZEP, était un des rares à n'être pas classé en PEP 4, ni dans

une zone violence ou sensible. De plus, même s'il espère, à terme, rentrer en province, il sait qu'il devra probablement passer plusieurs années en région parisienne, et il est motivé et prêt à s'investir dans l'établissement.

On peut donc considérer qu'il est « débutant » vis-à-vis du type d'élèves et du niveau considéré, mais qu'il accepte tout à fait cette situation.

Il semble considérer que le fait que le collège soit au cœur d'une cité est un facteur influent, mais qu'il ignore quel type d'influence cela représente. En revanche, Il affirme que, si l'on peut être impressionné par la position du collège, lui ne l'est pas. Il est, de plus, surpris par l'organisation de l'établissement, qu'il considère problématique, notamment par comparaison avec un autre établissement de ZEP de région parisienne qu'il connaît.

Quant aux élèves, les caractéristiques qui prédominent, selon lui, concernent principalement le comportement. Il est notamment frappé par la violence verbale et le bruit produits par les élèves. Il ne semble pas penser qu'ils ont moins de capacités que d'autres, mais qu'ils sont handicapés par ce qu'il nomme un « *manque de motivation* »¹² et des problèmes familiaux ou d'attitude : élèves « *à caractère fort* », « *cherchant le conflit* »... Il affirme par exemple que ces problèmes de comportement ralentissent et limitent la progression dans les apprentissages, du fait de la gestion problématique du groupe classe. Il est notamment nécessaire d'après lui de « *faire des pauses, quand on fait des exercices en classe entière, c'est beaucoup plus long* ».

Il qualifie le niveau de faible, tout en reconnaissant qu'il manque d'expérience, donc de repères, pour apprécier à quel point.

En revanche, il ne semble pas considérer que les élèves ont éventuellement des rapports au savoir différents des autres, notamment des manières d'appréhender les savoirs scolaires, de comprendre, d'apprendre qui sont différentes, comme l'ont pourtant mis en évidence B. Charlot, E. Bautier et J-Y. Rochex¹³.

M. Marc ne semble pas non plus attribuer la faiblesse du niveau à des difficultés de compréhension ou de travail (conceptuelles, matérielles ...) particulières, mais uniquement à des problèmes de comportement des élèves en classe.

La cinquième question portait sur les différences éventuelles entre les deux classes. Rappelons que la classe où l'enseignant a été observé est une classe réputée facile et de bon niveau, alors que les élèves de l'autre classe posent de nombreux problèmes de discipline et ont un niveau un peu plus faible, d'après les évaluations nationales.

Il s'agit donc d'évaluer les différences que l'enseignant fait consciemment, voire volontairement, entre ses deux classes, notamment dans son projet d'enseignement et dans ses pratiques. De plus, il a été demandé à M. Marc de préciser quelles étaient, selon lui, les raisons de cette différenciation. Le but est alors d'évaluer dans quelle mesure il a conscience de l'influence de ses représentations sur ses pratiques.

Le professeur affirme que, dans la classe la plus faible, il approfondit moins les contenus, il passe plus de temps sur chaque exercice donc il en fait moins, il propose davantage d'exercices « de base » et moins d'exercices d'approfondissement ou de synthèse.

¹² Les caractères en italiques sont, dans cette partie, des citations extraites des réponses au questionnaire.

¹³ CHARLOT, BAUTIER, ROCHEX (2000)

Du point de vue de ses exigences, il dit être moins exigeant avec la classe la plus faible, notamment sur la rigueur, mais affirme que les énoncés proposés sont identiques, de même que ce qui est écrit au tableau. Les seules différences qu'il voit concernent éventuellement l'ordre dans lequel les exercices sont proposés et les corrections.

Il attribue les différences d'ordre non pas aux niveaux des classes, mais à la classe dans laquelle il fait la séance en premier. Quant aux corrections, elles sont perçues comme différentes du fait uniquement des questions des élèves.

M. Marc reconnaît donc l'existence d'une certaine différenciation, en partie volontaire. Toutefois, l'idée qu'il s'en fait et les explications qu'il propose restent imprécises et sont parfois contradictoires. Tout se passe comme s'il trouvait nécessaire et souhaitait différencier son enseignement dans les deux classes, mais en culpabilisant des différences que cela pouvait induire dans les apprentissages.

En effet, il semble regretter de ne pas être aussi exigeant dans les deux classes : après avoir reconnu être moins exigeant dans la classe la plus faible, il ajoute « *et pourtant il faudrait que je sois aussi rigoureux dans les deux, il y a des fois je passe...* », mais il affirme par ailleurs « *je n'arrive pas à faire des différences dans mon contenu, je n'arrive pas à faire des cours différents dans les deux classes ; à terme, il faudrait que je m'adapte un peu plus, et proposer des choses plus différentes dans la mesure où c'est pas le même public* ». Enfin, il termine sa réponse en minimisant les variations qu'il vient d'énoncer : « *globalement, j'ai l'impression qu'il n'y a pas tant de différences que ça entre mes deux classes, au niveau de ce que je propose* ».

Il attribue ces variations aux problèmes de gestion de classe qui se posent dans la classe la plus faible : « *la différence est dans la gestion de la classe après ça se ressent dans les contenus* ». Il a également conscience qu'en anticipant sur ces difficultés, il modifie volontairement les contenus proposés : « *il y a des choses où je ne veux pas approfondir, j'ai l'impression que ça va recréer, ça va rebondir sur d'autres problèmes, et du coup on approfondit moins* ».

Il semble donc à la fois regretter cette différenciation et la souhaiter. D'autre part, il l'attribue exclusivement à des problèmes de comportement et non à des difficultés d'apprentissage, ce qui est cohérent avec la façon dont il caractérisait les différences entre les deux classes dans les questions précédentes.

La deuxième partie du questionnaire avait pour but de connaître le projet de l'enseignant sur le chapitre, la place de la remédiation et des connaissances nouvelles dans ce projet, et les raisons conscientes des choix effectués. Les questions posées permettent également de situer le chapitre dans la progression, et d'évaluer les objectifs de l'enseignant pour ce chapitre et à plus long terme. Enfin, certaines questions portent sur les différences qu'il envisage éventuellement de faire entre ses deux classes, (dans l'itinéraire cognitif¹⁴ proposé et dans le déroulement) et les raisons qu'il invoque pour cela.

Son projet est, tel qu'il est reconstitué à partir de ses réponses, de travailler beaucoup à partir de problèmes, conformément aux directives des programmes : rappelons que, dans la partie concernant les travaux numériques, la première ligne est « Cette partie du programme

¹⁴ Ensemble de tâches et leur organisation, visant l'apprentissage d'une ou plusieurs notions données.

s'appuie principalement sur la *résolution de problèmes*. L'activité de recherche [...] constamment, [...] doit sous-entendre l'ensemble des travaux numériques.» Il évoque notamment des problèmes d'échelle, de dénombrement, et des problèmes d'aires pour introduire la multiplication des décimaux.

Il part du principe qu'un certain nombre d'élèves ne maîtrisent pas le sens de la multiplication, qu'« *ils ne savent pas quand il faut l'utiliser* », c'est-à-dire qu'ils ne savent pas reconnaître une situation multiplicative, « *qu'ils ne voient pas toujours l'intérêt de la multiplication par rapport à l'addition* », et il va donc chercher à (re-)construire le sens de la multiplication d'entiers entre eux, à partir de l'addition réitérée. Il ne semble pas gêné – peut-être ne le sait-il pas – par le fait qu'il ne s'agit pas là d'un enjeu du programme de sixième.

Il souhaite ensuite évoquer les propriétés de la multiplication (associativité et commutativité), qu'il qualifie de « *propriétés de calcul mental* » et qu'il considère comme nouvelles pour les élèves, puis travailler sur le vocabulaire « produit », « facteur », également présenté comme nouveau. La multiplication des décimaux sera ensuite introduite par des problèmes d'aires pour « *ne pas leur parachuter comme ça le décalage des virgules* », puis, après des exercices de technique opératoire, il envisage de terminer par des exercices faisant intervenir des situations multiplicatives. Il avoue toutefois ne pas avoir arrêté définitivement son projet quant à l'introduction de la multiplication des décimaux, qui est justement l'enjeu du programme de sixième. Il envisage d'utiliser à cet effet des problèmes d'aires, mais semble considérer cela difficile ; pour ce qui est de la technique opératoire, il a décidé en revanche de travailler à partir d'opérateurs, en utilisant les puissances de 10. De plus, il ne semble pas connaître les obstacles épistémologiques liés à l'introduction de la multiplication des décimaux quand la seule référence des élèves pour la multiplication est l'addition réitérée, comme l'explique E. Roditi.

M. Marc ajoute qu'il envisage éventuellement de s'arrêter avant d'introduire la multiplication des décimaux, en cas de lassitude des élèves, pour y revenir plus tard. Il dit alors qu'à défaut d'avoir vu de nouvelles connaissances, les élèves auront vu la multiplication « *sous un autre angle* », et qu'« *en cela ce sera nouveau* ».

Il s'avère même à l'occasion de la question « quels sont les pré-requis que tu considères vraiment comme acquis et sur lesquels tu ne reviendras pas ? », qu'il ne considère comme acquise que l'addition : « *Je considère vraiment acquis ... à part l'addition, et encore c'est juste pour le début, non, parce que le reste, je pense que c'est pas acquis* ». Il cite également la multiplication par les puissances de 10, qu'il a traitée en début d'année, mais qu'il ne considère pas acquise pour une majorité d'élèves.

Ses objectifs principaux affirmés dans l'entretien ne font que peu référence aux enjeux du programme de sixième, mais sont principalement centrés sur des connaissances du cycle 3 ou du début de l'année : il affirme vouloir travailler surtout sur le sens de la multiplication de deux entiers, (notamment la reconnaissance de situations multiplicatives) et la multiplication par des puissances positives et négatives de 10. L'acquisition par les élèves des techniques de la multiplication de deux décimaux est citée, mais l'acquisition du sens de cette opération ne semble pas faire partie des objectifs principaux.

Quant aux différences qu'il envisage de faire entre ses deux classes, elles portent sur la résolution de problèmes : « *la différence au niveau des objectifs, elle sera dans la résolution des problèmes, et dans le contenu des problèmes : il y a de grandes chances pour que, avec [la classe la plus facile], on fasse des problèmes un peu plus difficiles* ». Il envisage de

reproduire ces différences dans les contrôles qu'il fera passer aux élèves, en proposant les mêmes exercices techniques mais des problèmes différents.

On peut remarquer que ces variations dans le projet portent exactement sur les enjeux du programme de sixième, et sur ce qui, précisément, est susceptible de poser des difficultés aux élèves.

B. Une description générale des séances¹⁵

Nous esquissons d'abord la stratégie globale de l'enseignant sur ce chapitre : contenus abordés, organisation et tâches proposées. Nous analysons en détail les 17 tâches que nous avons listées. Cela conduit à présenter en bilan un tableau résumant ces analyses.

Puis nous présentons les analyses des déroulements, pour lesquelles nous avons choisi des extraits caractéristiques. Un deuxième tableau présente l'ensemble de ces analyses.

1. La stratégie d'enseignement :

Nous avons reconstitué le scénario du professeur en étudiant, à la lumière des objectifs exprimés dans l'entretien préalable, les tâches proposées au cours de la séquence et le cours écrit par lui avant le début du déroulement.

De la même manière qu'Eric Roditi dans sa thèse, la stratégie est reconstituée à partir du déroulement de la séquence. On s'intéresse à la fois aux contenus mathématiques retenus pour le chapitre, leur organisation, c'est-à-dire l'itinéraire cognitif envisagé par le professeur, la façon dont ils sont présentés aux élèves, puis, de manière plus précise, nous menons une analyse a priori des tâches proposées au cours du chapitre.

On peut noter ici que le professeur ne se sert que très peu du manuel de la classe et s'inspire en général de plusieurs manuels de sixième pour préparer ses chapitres. On peut donc considérer que M. Marc effectue de réels choix afin de constituer un scénario original, choix qui ont une influence sur le déroulement, les tâches proposées, et ainsi - ce que nous admettons -, sur les apprentissages des élèves.

a) Les contenus mathématiques abordés et leur organisation :

Le champ mathématique parcouru dans le chapitre est tout à fait comparable à ceux qu'E. Roditi a mis en évidence dans sa thèse, et qui sont déjà relativement communs aux quatre enseignants qu'il a observés. On retrouve en particulier tous les éléments du champ mathématique délimité par M. Bombelli :

- la technique opératoire avec sa justification,
- les propriétés algébriques de la multiplication,
- la multiplication par un facteur inférieur à 1, (même si on verra lors de l'étude du déroulement que cet élément apparaîtra sans avoir été prévu par le professeur),
- la signification de l'écriture décimale,
- et des situations multiplicatives liées à des problèmes de prix.

Plus précisément, la scénario prévu par l'enseignant est fondé sur l'addition réitérée pour réintroduire la multiplication d'entiers. Il envisage ensuite de travailler sur les propriétés de la multiplication, qu'il présentera comme techniques de calcul mental, puis d'introduire le vocabulaire qu'il suppose nouveau pour les élèves, revenir ensuite sur la technique opératoire

¹⁵ Comme nous l'avons indiqué, nous nous inspirons de la méthodologie d'E. Roditi (2001).

de multiplication d'entiers (calcul mental, calcul posé, tables de multiplication), puis voir la technique opératoire de calcul du produit de nombres non entiers, et enfin de réinvestir ces techniques en étudiant des situations multiplicatives faisant intervenir des nombres décimaux.

Cette stratégie apparaît nettement dans le cours écrit par le professeur lors de sa préparation du chapitre. On retrouve en effet, dans la première partie intitulée *Définitions-propriétés*, le vocabulaire et les propriétés algébriques de la multiplication illustrées par des exemples ; dans la deuxième partie, *La multiplication par un entier*, les techniques de calcul de produits d'entiers (mentalement et à la main) ; dans la troisième partie, *Multiplication par 10, 100, 1000 et par 0,1, 0,01, 0,001*, un retour sur des règles vues au début de l'année, mais qui lui permettront d'introduire la nouvelle technique ; enfin, dans la quatrième partie, *La multiplication de nombres décimaux*, la technique et la « règle de la virgule » présentée sur deux exemples.

D'autre part, on observe que le scénario est clairement de type 1, d'après la classification élaborée par E. Roditi¹⁶. Il est donc comparable au scénario de M. Bombelli.

Les seules différences que l'on peut observer par rapport au scénario prévu par M. Bombelli sont la place accordée au travail sur des connaissances anciennes, considérable chez M. Marc, mais négligeable voire nulle chez M. Bombelli, et le fait que le vocabulaire fait l'objet pour M. Marc d'un travail et d'une partie du cours spécifiques, ce qui n'est pas le cas de M. Bombelli. Enfin, M. Marc élargit quelque peu le champ mathématique de M. Bombelli puisqu'il proposera à ses élèves deux situations multiplicatives faisant intervenir des nombres non entiers (problèmes de prix).

La comparaison des deux stratégies est résumée dans le tableau suivant, qui reproduit le modèle du tableau p. 221 de la thèse d'E. Roditi.

	Monsieur Bombelli	M. Marc
Type de scénario	1	1
Révisions	aucune	nombreuses
Problème d'introduction	Non	Non
Justification T.O.	Opérateurs appliqués aux facteurs	Opérateurs appliqués aux facteurs
Institutionnalisation T.O.	Première séance	Deuxième séance après révisions
Contrôle du résultat	Non	Non
Analyse d'erreurs	Technique	Technique
Propriétés algébriques	Utilisées pour le calcul mental	Objet, outil pour le calcul mental
réinvestissement	Calcul mental	Problèmes , calcul mental

Pour résumer, on peut dire que la stratégie élaborée par M. Marc est donc tout à fait comparable aux stratégies mises en évidence par E. Roditi chez des professeurs de classes ordinaires : le champ mathématique délimité est quasiment identique, et le scénario prévu est en particulier très proche de celui de M. Bombelli. Une différence fondamentale, toutefois, est la place accordée aux révisions, c'est-à-dire aux connaissances des années précédentes. M.

¹⁶ Rappelons que le scénario de type 1 est défini ainsi par E. Roditi : *Le problème du prolongement des situations multiplicatives de $\mathbb{N}$ à $\mathbb{D}$ n'est pas posé, la technique opératoire est admise ou justifiée par le professeur.*

Marc est en cela cohérent avec son projet, puisqu'il annonçait dans l'entretien préalable qu'il considérait que de nombreux élèves ne maîtrisaient pas encore le sens de la multiplication, ni les techniques de multiplication de nombres décimaux par des puissances de 10, qu'ils ne connaissaient pas le vocabulaire lié à la multiplication (produit, facteurs), ni les propriétés algébriques de la multiplication. Il pensait de plus que les élèves risquaient d'éprouver des difficultés quant aux techniques de multiplication – y compris d'entiers - et à la résolution de problèmes.

Un doute persistait toutefois dans l'entretien quant à savoir si M. Marc considérait que le travail sur ces notions, en particulier le sens de la multiplication et les techniques de calcul de produits d'entiers ou de décimaux par des puissances de 10 constituait ou non des révisions. En effet, dans la mesure où il considère qu'elles ne sont pas maîtrisées, il semblerait qu'il aborde ces notions comme si elles étaient nouvelles pour les élèves. Il affirme en tout cas qu'« *il n'y aura pas de révisions particulières* », alors qu'une grosse partie du scénario porte sur des notions relevant du programme du cycle 3, puis précise que « *si on s'arrête avant la multiplication des décimaux, effectivement on n'aura fait que des révisions mais on aura peut-être vu la multiplication sous un autre angle, donc en ça, ce sera nouveau pour eux* ».

Une différence marquante entre M. Bombelli et M. Marc est donc que M. Marc démarre son scénario à un niveau inférieur, de façon, d'après lui, à se placer au niveau des élèves. On peut supposer ici que, M. Marc étant débutant, il lui est relativement difficile d'évaluer le niveau réel de ses élèves. Toutefois, les évaluations nationales lui ont permis d'en avoir une idée, mais on peut supposer que le fait que l'établissement soit en ZEP, donc les élèves perçus a priori comme en difficultés, a une influence sur le niveau auquel se place l'enseignant quand il construit son scénario.

On retrouve ici ce que B. Ngono¹⁷ avait observé en école primaire en ZEP : les enseignants hésitent en permanence entre remédiation et travail sur les connaissances nouvelles.

b) Une vue générale des tâches proposées au cours du chapitre :

Voici la liste des tâches proposées sur l'ensemble du chapitre¹⁸ : elles ont été ordonnées et numérotées, pour des raisons pratiques, en respectant relativement l'ordre dans lequel elles ont été proposées aux élèves.

- 1 Problème de l'arbre à sucettes
- 2 Problème de l'entraîneur
- 3 Exercice de vocabulaire
- 4 Calculer en ligne en regroupant astucieusement les facteurs
- 5 Table de 11
- 6 a., b., c. et d. Calcul posé (entiers) **4 exercices**
- 7 Autocorrection des tâches 6 a., b. et c., identification des erreurs
- 8 Problème incomplet
- 9 Problème du phare

¹⁷ NGONO (2003)

¹⁸ Les énoncés complets des tâches figurent en annexe.

- 10 Problème des immeubles
- 11 Activité pour établir la règle de la virgule
- 12 Rédiger la règle de la virgule
- 13 a. et b. Calcul d'un produit de deux non entiers **2 exercices**
- 14 a., b. et c. Calcul mental **3 séries**
- 15 Retrouver à quoi correspond un calcul dans une situation multiplicative
- 16 et 17 Problèmes, situations multiplicatives **2 exercices**

Parmi les tâches proposées, seules les tâches 9, 13 b., 16 et 17 sont issues du manuel de la classe, le reste est tiré d'autres manuels ou inventé par l'enseignant. Les tâches 4, 6, 8, 10 et 15 constituent une fiche faite par M. Marc et qui sera distribuée aux élèves à la troisième séance.

c) L'analyse détaillée des tâches

Nous proposons une analyse a priori tenant toutefois compte de ce que l'enseignant a déclaré dans l'entretien. Nous avons rédigé la présentation de l'analyse en suivant les contenus proposés et en restituant à peu près¹⁹ l'organisation globale.

i) Les deux premiers exercices : une (re-)construction du lien addition/multiplication

Les deux premiers exercices (tâches 1 : problème de l'arbre à sucettes et tâche 2 : problème de l'entraîneur), même s'ils ne s'y prêtent pas nécessairement a priori, sont donnés, aux dires de l'enseignant, pour travailler le lien entre addition et multiplication. Il est prévu de les traiter tous les deux au cours de la première séance.

Dans la tâche 1, il s'agit pour les élèves de reconnaître une situation multiplicative à trois facteurs entiers (4, 6 et 3 dans la première question, puis 15, 6 et 3 dans la deuxième), en prélevant les informations pertinentes dans un énoncé complexe accompagné d'un dessin, puis d'effectuer le produit. Les difficultés principales résident dans la compréhension, l'interprétation et la modélisation de la situation elle-même, puis dans le calcul du produit, du fait des trois facteurs, notamment puisqu'aucune révision de technique opératoire n'a été effectuée.

L'enseignant suppose que les élèves vont plutôt utiliser spontanément l'addition dans la première question, puis que le modèle multiplicatif « émergera » de la correction de cette question pour être enfin utilisé dans la deuxième.

Dans la tâche 2, dont l'énoncé est « *Pour ses joueurs, un entraîneur achète 18 ensembles maillots et short à 12 euros l'ensemble. Calcule le montant de la dépense.* »²⁰, il s'agit de reconnaître une situation multiplicative puis d'effectuer une multiplication avec deux facteurs entiers à deux chiffres. La difficulté réside principalement dans le calcul ; en effet, la conception de la multiplication ici en jeu est celle de l'addition répétée, et, d'autre part, les élèves étant dans le chapitre intitulé « la multiplication », l'énoncé étant relativement simple

¹⁹ Par exemple, l'analyse des trois séances de calcul mental est faite consécutivement, même si elles ne sont pas destinées à avoir lieu à la même séance.

²⁰ Les caractères en italiques sont, dans cette partie, des extraits des énoncés.

et ne comportant que deux données, on peut supposer que, par effet de contrat didactique, ils trouvent rapidement l'opération à effectuer. Cela ne signifie pas en revanche nécessairement qu'ils auront identifié la situation multiplicative.

L'enseignant utilise donc ces deux problèmes pour introduire le chapitre et mobiliser les connaissances des élèves sur la multiplication, tout en travaillant sur le sens de la multiplication, supposé non acquis pour de nombreux élèves.

ii) Un travail sur le vocabulaire (tâche 3)

Une fois la multiplication mobilisée, et le travail sur le sens de l'opération avec des entiers effectué, le professeur souhaite introduire le vocabulaire lié à la multiplication, c'est-à-dire les mots « produit » et « facteurs ». Il considère que les élèves ne les connaissent pas, et prévoit de les mentionner à l'occasion de la correction des deux premiers problèmes avant de les écrire dans le cahier de leçon et de les illustrer par des exemples (toujours au cours de la première séance). Un exercice est ensuite prévu (tâche 3) pour être donné à faire à la maison :

Il s'agit pour les élèves de compléter la phrase : *Le de 15 par 2 est 30 ; 15 et 2 sont les de ce*, puis de créer deux autres phrases « *comme celle ci-dessus* » avec des nombres proposés. La tâche de l'élève est donc d'identifier un produit « connu » à partir d'une phrase incomplète, puis de trouver les mots adéquats pour former une phrase ayant du sens. Il doit ensuite reconnaître un produit « connu » à partir de trois nombres donnés (25, 100 et 4 puis 39, 13 et 3), puis former une phrase à partir d'un modèle.

Une des difficultés naît du fait que les mots à employer ne sont pas rappelés dans l'énoncé, et l'autre du fait que 25, 100 peut être interprété comme un seul nombre (de même que 39, 13). D'autre part, les produits considérés ne sont pas facilement calculables – en particulier, ils ne font pas partie des tables de multiplication –, et ne sont donc pas nécessairement directement identifiables, d'autant que les nombres sont disposés dans un ordre différent à chaque fois : le produit est d'abord donné en dernier, puis en deuxième, et enfin en premier. Le doute persiste donc dans ce qui est attendu de l'élève : les produits utilisés sont-ils supposés connus et doivent-ils être identifiés directement, ou l'élève doit-il faire des calculs ?

iii) Propriétés de la multiplication (tâche 4)

Après avoir introduit le vocabulaire, le professeur souhaite travailler sur les propriétés de commutativité et d'associativité de la multiplication, qu'il a qualifiées dans l'entretien de « propriétés pour le calcul mental ». Les propriétés sont constatées et leur efficacité démontrée sur un exemple, puis elles sont écrites dans un énoncé décontextualisé, mais illustré par un exemple dans la leçon, pour être enfin réinvesties dans un unique exercice (tâche 4).

L'énoncé demande de « *calculer en regroupant astucieusement les facteurs* ». Il s'agit de cinq produits de trois facteurs, tous entiers sauf 0,25 dans le cinquième. Les deux facteurs à associer d'abord sont à chaque fois le premier et le troisième du produit.

Dans les calculs a. et b., il faut reconnaître les produits 2×5 et 25×4 , puis multiplier un nombre entier à deux chiffres par 10 ou 100. Dans le c., il s'agit de regrouper 2×8 puis d'appliquer la technique de la table de 11, que les élèves n'ont pas encore vue, mais que le

professeur compte introduire à cette occasion. Il est donc probable que les élèves effectueront d'autres regroupements, ou poseront les opérations dans un ordre quelconque. Une difficulté réside également dans le fait que le facteur 11, qui jouait dans le b. le rôle du nombre quelconque, joue ici le rôle de l'astuce. Pour le d., le facteur 100 est déjà apparent, et il s'agit de regrouper les deux autres facteurs pour terminer par une multiplication par 100. toutefois, une difficulté tient à ce qu'il faut ici effectuer en premier un produit (14×2) du type de celui qu'il ne faut justement pas effectuer en premier dans le calcul a. (2×13). Enfin, dans le e., les difficultés sont de reconnaître le produit $0,25 \times 4$, puis de multiplier par 1, ce qui, comme le mentionne E. Roditi dans sa thèse, peut poser problème à des élèves de sixième. Le fait de faire intervenir un nombre non entier, même s'il est toujours source de perturbation pour les élèves ne présente pas ici une difficulté de technique de calcul, dans la mesure où il s'agit de reconnaître le produit et non de le calculer ; en revanche, il est peu probable que les élèves connaissent et reconnaissent le produit $0,25 \times 4$, dans la mesure où certains élèves ne connaissent déjà pas les tables de multiplication, et que ce produit n'a pas encore été rencontré en sixième.

La difficulté de cet exercice ne réside donc pas vraiment dans le regroupement des facteurs ni même la présentation du calcul car seulement trois facteurs interviennent et il s'agit toujours de regrouper le premier avec le troisième. En revanche, le produit à « reconnaître » lui-même peut poser problème aux élèves, comme dans le calcul e. De même, la technique qu'il faut employer après avoir regroupé, pour terminer le calcul, - comme la table de 11 pour le calcul c. -, peut être source de difficultés, surtout si elle n'a pas été (re)vue avant. Voire, la difficulté éprouvée par l'élève pour terminer le calcul peut éventuellement mettre en doute la validité du regroupement de facteurs qu'il a effectué.

iv) Technique opératoire sur les entiers : encore des révisions (tâches 6 a., b., c. et d., 7, 11 et 14 a.)

M. Marc prévoit ensuite de revenir sur les tables de multiplication et les techniques de multiplication d'entiers qui relèvent du programme du cycle 3, mais dont on a vu dans l'entretien qu'il ne les considère pas acquises par la majorité des élèves. Il propose ainsi quatre exercices de calcul de multiplications posées (tâche 6 a, b, c, d), un exercice d'autocorrection des précédents (tâche 7), et trois séries de calcul mental. Il propose également un exercice portant sur la multiplication par 11 (tâche 5), qui constitue probablement une nouveauté pour les élèves, mais n'est pas une connaissance visée par le programme de sixième.

La tâche 6 consiste en une suite de quatre exercices de multiplications posées de difficulté croissante.

Il n'y a que des nombres entiers dans l'ensemble des quatre exercices. Les opérations sont déjà posées dans les trois premiers dans l'ordre le plus simple pour les calculer, et présentées en ligne dans le quatrième. On peut remarquer que l'enseignant les a posées comme des additions, en alignant systématiquement les chiffres des unités.

Dans le premier des quatre exercices (tâche 6 a.), le facteur placé en-dessous n'est fait que d'un chiffre, différent à chaque fois. La technique propre au calcul posé n'est donc pas mise en fonctionnement ici. Il s'agit uniquement pour les élèves de mobiliser les tables de multiplication. Une des variations entre les sept produits proposés est le chiffre placé en-dessous (3, 5, 7, 8, 9 puis 6), autrement dit la table qui sera employée, et l'autre est le nombre de chiffres du facteur du dessus (de 2 à 5). Une difficulté toutefois est posée par le fait qu'apparaissent, dans tous les calculs, y compris le premier, plusieurs retenues.

Dans la tâche 6 b., ce qui change par rapport à la précédente est le facteur du dessous qui compte ici deux chiffres. L'enseignant a seulement rajouté un chiffre des dizaines aux facteurs du dessous de l'exercice précédent. Il a également conservé les mêmes premiers facteurs que dans la tâche 6 a. : la première ligne de calcul sera donc identique, mais il n'est pas certain que les élèves s'en aperçoivent. La technique de multiplication posée est donc ici mise en fonctionnement, avec deux lignes dans l'addition. La difficulté principale posée aux élèves est celle du décalage à opérer à chaque ligne. De plus, les facteurs situés en-dessous augmentent au fur et à mesure des sept calculs, ce qui peut également être source de difficultés : les retenues sont plus importantes, et les dernières tables de multiplications sont également souvent moins bien maîtrisées par les élèves que les premières.

Dans la tâche 6 c., l'enseignant a à nouveau rajouté un chiffre aux facteurs du dessous, qui ont alors trois chiffres. Il a également rajouté un chiffre aux facteurs situés au-dessus qui n'en avaient que deux, de façon à ce que les multiplications restent posées dans le sens le plus simple. A nouveau, le nombre de chiffres du premier facteur est donc la seule variable didactique sur laquelle joue l'enseignant. Une difficulté technique supplémentaire apparaît également ici : dans les calculs e. et f. figure un zéro dans le facteur du dessous : il est probable qu'une ligne de zéros dans l'addition pose problème aux élèves, notamment pour le décalage à opérer à chaque ligne.

Dans la tâche 6 d., la différence avec les précédentes est que les opérations ne sont pas déjà posées ; toutefois, les facteurs sont placés dans l'ordre dans lequel il est le plus simple de poser l'opération.

Le seul levier employé est à nouveau le nombre de chiffres des facteurs (de 3 à 5 pour le premier facteur de chaque multiplication et de 1 à 4 pour le deuxième).

Pour ce qui concerne la tâche 7, il s'agit pour les élèves de comparer leurs multiplications avec un corrigé écrit par l'enseignant et distribué à chaque élève. Il ne s'agit pas là à proprement parler d'une activité mathématique, puisqu'elle relève de la comparaison de tableaux de nombres beaucoup plus que de l'étude de la technique de la multiplication, mais elle est proposée par l'enseignant uniquement dans le but, d'après lui, de gagner du temps sur la correction.

La tâche 5 a été proposée à l'occasion de la tâche 4, puisqu'elle devait être utilisée dans le calcul c. de l'exercice. Il s'agit pour les élèves d'écrire la table de 11 jusqu'à 30×11 en utilisant la technique présentée en classe par le professeur (ajouter les deux chiffres du facteur autre que 11 et placer leur somme entre les deux chiffres). En revanche, un problème se pose pour les facteurs 19, 28 et 30 dont la somme des chiffres est supérieure ou égale à 10, ainsi que pour les facteurs inférieurs à 10, mais le professeur ne semble pas en avoir conscience. L'exercice étant à faire à la maison, les élèves poseront probablement ces opérations.

Quant à la tâche 14 a., c'est la première série de calcul mental, qui doit être proposée dans les premières séances. Il s'agit uniquement de calculs issus des tables de multiplication, c'est-à-dire de révisions.

v) Technique opératoire sur les décimaux : au cœur du sujet ! (tâche 11, 13 a. et b.)

Suite à ces « révisions » de technique opératoire de produits d'entiers, M. Marc a finalement renoncé à introduire la multiplication de décimaux par des problèmes d'aires, comme il en avait l'intention lors de l'entretien et présente la technique opératoire par une « activité » permettant de la justifier en utilisant des opérateurs de types puissances positives et négatives de 10 (tâche 11). Il s'agit pour lui à la fois d'introduire la « règle de la virgule »²¹ et de refaire travailler les élèves sur les techniques de multiplication par les puissances de 10, dont la maîtrise est un de ses objectifs de chapitre. A l'issue de cette tâche, et après un bilan oral, M. Marc demandera aux élèves de formuler seuls par écrit la « règle de la virgule » (tâche 12).

L'énoncé de la tâche 11 est le suivant : « a. On sait que $253 \times 12 = 3036$. Sans poser d'opération donner le résultat des produits suivants :

$$\begin{array}{lll} A = 253 \times 12 \times 10 ; & B = 253 \times 10\,000 \times 12 ; & C = 253 \times 120 ; \\ D = 2530 \times 12 ; & E = 2530 \times 1200 ; & F = 2,53 \times 12 ; \\ G = 253 \times 1,2 ; & H = 0,253 \times 12 ; & I = 2,53 \times 1,2. \end{array}$$

La partie b. sera donnée séparément et constitue la tâche 13.

« b. En s'inspirant de la question a., calculer en posant l'opération :

$$A = 3,5 \times 1,6 ; \quad B = 4,61 \times 5,8 ; \quad C = 81,9 \times 0,67 ; \gg$$

La tâche a priori proposée aux élèves est de calculer un produit de plusieurs facteurs en connaissant un produit partiel. L'élève doit mobiliser les propriétés de la multiplication (associativité pour le A, commutativité et associativité pour les autres) de façon adéquate et les techniques de multiplication d'un entier puis d'un décimal par des puissances de 10.

On peut remarquer que ces propriétés ont été travaillées avant par les élèves, mais elles étaient présentées comme des « propriétés de calcul mental », or elles sont utilisées ici dans un autre contexte, même si M. Marc dit lors du bilan de l'exercice à la deuxième séance qu'il s'agit de calculer des produits mentalement. A partir du calcul C, les élèves doivent préalablement décomposer les nombres de façon à faire apparaître le produit partiel dont la valeur est donnée : pour cela, ils doivent faire intervenir des puissances de 10, mais ce n'est pas précisé dans l'énoncé, même si le calcul B les y encourage. A partir du calcul F, des nombres non entiers apparaissent : l'élève est alors amené à utiliser des puissances négatives de 10 (sous la forme 0,1, 0,01...). Dans les calculs C et D, de même que F, G et H, un seul des deux facteurs est à décomposer, alors que les deux doivent l'être pour les calculs E et I. Ce dernier calcul servira même de support à l'enseignant pour établir la « règle de la virgule ».

Il s'agit d'une tâche non simple et non isolée, au sens de la classification d'A. Robert²² et on peut donc supposer que cet exercice posera un certains nombres de problèmes aux élèves : d'une part, la consigne n'est pas aisée à comprendre pour un élève de sixième : l'utilisation d'une information donnée dans l'énoncé pour effectuer un calcul n'est pas habituelle. D'autre part, les exercices de calcul peuvent souvent être résolus uniquement par l'application d'algorithmes issus de la leçon, or il s'agit ici pour l'élève de réfléchir avant d'effectuer un calcul, et de mobiliser plusieurs techniques et propriétés simultanément. Enfin,

²¹ Enfin !

²² Cf. ROBERT (2003)

ces connaissances ne sont pas nécessairement disponibles chez les élèves : la multiplication par les puissances de 10, en particulier, fait partie des objectifs du chapitre, même si elle a été traitée en début d'année, puisqu'elle n'est pas maîtrisée par une majorité des élèves, d'après l'enseignant. Sa mise en œuvre risque donc d'être problématique.

On peut noter d'autre part qu'il est possible que, pour les calculs F, G et H, les élèves n'utilisent pas les décompositions avec puissances de 10, mais appliquent directement la règle apprise au cycle 3 selon laquelle dans un produit où l'un seulement des facteurs est non entier, le résultat comporte autant de chiffres après la virgule que ce facteur.

Enfin, l'exercice étant techniquement difficile à réaliser pour les élèves, du fait de la multiplicité des connaissances à utiliser, il est possible, - voire probable - que l'objectif qui est annoncé dans le titre : « *multiplier des nombres décimaux* », et donc établir la règle de la virgule, soit perdu de vue par les élèves, d'autant plus que le nombre de calculs proposés (9) est important et que le véritable enjeu de l'exercice n'est présent que dans le dernier calcul.

En ce qui concerne l'exercice suivant (tâche 13 a.), la consigne est ambiguë puisqu'il est demandé à la fois aux élèves de s'inspirer de la question a., où ils ne devaient pas poser l'opération, et de poser l'opération. Dans le scénario de l'enseignant, elle ne sera proposée aux élèves qu'après l'institutionnalisation de la « règle de la virgule », et ne constituera donc qu'une application de la règle et de l'algorithme de calcul élaboré en classe.

Toutefois, l'énoncé contient des difficultés supplémentaires : dans le calcul A, le dernier chiffre du produit des entiers est un 0, qui disparaîtra donc dans l'écriture décimale finale du produit : il s'agit là presque d'un contre-exemple de la règle de la virgule ; dans le calcul C, la présence du 0,67 est également une difficulté : les élèves risquent d'être embarrassés par ce 0 lorsqu'ils devront poser l'opération.

Pour que les élèves maîtrisent la technique, M. Marc proposera un autre exercice du même type : trois calculs de produits de facteurs non entiers. On y retrouve les mêmes difficultés que dans l'exercice 13 a. : on a, dans le troisième calcul, un zéro intermédiaire dans l'un des facteurs et l'autre est 0,39.

vi) calcul mental mêlant entiers et non entiers (tâches 14 b. et c.)

Les deux dernières séries de calcul mental sont destinées à avoir lieu relativement tard dans le déroulement (dans les dernières séances).

Trois calculs sur dix dans la série b. et sept sur dix dans la série c. sont des produits d'entiers, dont deux dans la série b. et un dans la série c. sont issus directement des tables de multiplication. De même, trois calculs de la série c. mobilisent l'astuce de la table de 11. Les autres nécessitent la combinaison de l'utilisation des tables de multiplication et des puissances de 10 (par exemple 80×7 dans la série b. ou 33×30 dans la série c.).

Le reste des calculs proposés sont des produits d'un facteur entier par un non entier, de difficulté variée : par exemple $251 \times 0,01$ dans la série c., qui ne mobilise que la multiplication par une puissance négative de 10 (notons que multiplier un entier par une puissance négative de 10 est source de difficulté pour les élèves dans la mesure où la virgule n'est pas apparente dans le nombre entier) ; on trouve également $0,8 \times 7$ ou $0,08 \times 6$ qui nécessitent l'utilisation combinée des tables de multiplication et de la règle de la virgule ; puis, des calculs du type

51×0,2 dans la série c. ou 80×0,9 qui nécessitent une bonne maîtrise à la fois du calcul de produits d'entiers et de la règle de la virgule.

Sur les deux séries, deux calculs enfin sont des produits de deux non entiers, dans la série b. On trouve 0,08×0,6, qui intervient après 8×6 et 0,08×6, puis 1,1×0,9 qui intervient après 1,1×9 : la difficulté est diminuée par la présence des calculs précédents. Notons toutefois que le dernier calcul reste difficile dans la mesure où il combine la table de 11 et la règle de la virgule.

On peut observer que le niveau d'agilité requis est relativement élevé, surtout lorsque l'on connaît les difficultés des élèves à simplement connaître les tables de multiplication.

Globalement, pour ce qui concerne les tâches portant sur la technique opératoire, on observe d'une part qu'elles sont relativement nombreuses, - surtout celles qui ne mettent en jeu que des nombres entiers -, et d'autre part qu'elles visent un niveau de maîtrise plutôt élevé. Notons également que cela va à l'encontre des directives des programmes officiels qui, tout en encourageant la pratique du calcul mental, demandent de limiter l'étude des techniques opératoires à « *des situations n'exigeant pas de virtuosité technique* »²³.

vii) Les situations multiplicatives (tâches 8, 9, 10, 15, 16, 17)

Une fois la technique de multiplication de deux décimaux supposée maîtrisée, l'enseignant souhaite, dans son scénario, revenir sur l'étude de situations multiplicatives, conformément à son projet, et proposer des situations faisant intervenir des nombres non entiers. Il proposera à cet effet les tâches 8, 9 et 10, puis pour terminer 15, 16 et 17. Les tâches 8 et 10 portent sur des nombres entiers, les tâches 9 et 15 portent sur des produits où l'un des facteurs est entier et l'autre non, et enfin les deux dernières portent sur des produits de facteurs non entiers.

On peut remarquer d'une part que les situations mettant en jeu deux facteurs non entiers sont peu nombreuses, notamment par rapport à l'importance qui semblait être accordée aux situations multiplicatives dans le projet, et d'autre part qu'il s'agit dans ces deux tâches de problèmes de prix, qui seront donc les seules situations multiplicatives faisant intervenir des facteurs non entiers proposées.

Rappelons qu'E. Roditi avait fait les mêmes constatations dans les scénarios proposés en classes ordinaires : on peut lire dans sa thèse, p. 208 : « *Les professeurs ont donné à leurs élèves peu d'exercices portant sur des situations multiplicatives. [...] Tous les enseignants se sont limités à des situations d'isomorphisme de grandeurs [...] les situations proposées sont toutes issues des problèmes de prix* ». Il justifiait alors cela par le fait que les enseignants envisageaient de traiter les situations multiplicatives dans des chapitres propres, conformément à l'organisation des manuels scolaires. C'est également le cas de M. Marc ; en effet, il avait même placé par inadvertance dans sa fiche d'exercices un énoncé tiré d'un manuel, mais qui faisait intervenir la proportionnalité : lorsqu'il s'en est aperçu, il a décidé de ne pas le traiter dans ce chapitre.

Etudions plus en détail chacun des problèmes proposés :

²³ Extrait des programmes de 1995.

L'énoncé de la tâche 8 est le suivant : « *Un agriculteur vend 32 cageots de pommes à 2 euros le kilo. Combien d'argent va-t-il recevoir ?* »

Il s'agit pour les élèves de constater que le problème est incomplet, et qu'une donnée supplémentaire est nécessaire pour le résoudre. L'enseignant envisage de le proposer en classe, de laisser les élèves réfléchir quelques minutes pour laisser le temps au moins à certains d'entre eux de faire cette remarque, puis de leur demander d'inventer la donnée supplémentaire, et enfin de le résoudre. Il est probable que, dans la première phase, un certain nombre d'élèves effectueront 32×2 , sans réfléchir davantage, notamment par effet de contrat. Ce problème peut donc être rangé dans ceux du type « âge du capitaine », qui permettent de travailler sur la question du sens d'un énoncé et d'un calcul.

La résolution du problème implique la reconnaissance d'une situation multiplicative à trois facteurs, mais où la conception de la multiplication mobilisée est l'addition répétée, puis calcul du produit de trois facteurs dont l'un au plus est non entier (on peut supposer que peu d'élèves introduiront une donnée non entière).

La tâche 9 est extraite du manuel de la classe et son énoncé est : « *En montant en haut du phare, Erwan a compté 456 marches. Chaque marche mesure 0,165 m. A quelle hauteur se trouve posée la lampe du phare ?* »

Il s'agit pour les élèves de reconnaître une situation multiplicative à deux facteurs, mais la conception de la multiplication mobilisée ici est toujours l'addition répétée. De plus, l'un seulement des facteurs n'est pas entier et le problème porte donc sur des connaissances de l'école primaire. En revanche, l'énoncé du problème n'est pas nécessairement aisément compréhensible pour les élèves : certains peuvent ne pas savoir ce qu'est un phare, et ne pas voir le rapport entre les marches et l'endroit où la lampe est posée. Certains peuvent également faire la remarque que la lampe n'est pas posée sur l'escalier mais peut même être posée plus haut. Enfin, une difficulté importante est liée au fait que la hauteur de chaque marche est donnée d'une part en mètres, ce qui peut paraître surprenant voire peu approprié, et d'autre part avec trois décimales, ce dont les élèves ont peu l'habitude. Le fait qu'elle soit en mètres permettra en revanche d'obtenir un résultat plus facilement interprétable qu'en centimètres par exemple, sans pour cela nécessiter de conversion d'unité. Enfin, l'exercice pose également des difficultés techniques, puisque le calcul à effectuer n'est pas simple : la présence du 0, notamment, peut être source de problèmes, de même que le fait que le dernier chiffre du résultat soit un 0, mais cela permettra qu'après suppression, le résultat n'ait que deux décimales.

La tâche 10 a pour énoncé : « *Dans une résidence, il y a 6 immeubles. Dans chaque immeuble, il y a 7 étages. A chaque étage, il y a 4 appartements. Combien d'appartements y a-t-il dans cette résidence ?* »

Il s'agit pour les élèves de reconnaître une situation multiplicative à trois facteurs entiers simples (constitués d'un seul chiffre) puis d'effectuer la multiplication. La conception de la multiplication en jeu est à nouveau l'addition répétée. La seule difficulté est constituée par la présence des trois facteurs.

L'énoncé de la tâche 15 est : « *Quatre copains organisent une fête. L'un d'eux va au supermarché avec trente euros. Il achète deux boîtes de pâté à 1 euro cinquante chacune, un*

pack de quatre mousses au chocolat pour trois euros et dix centimes, quatre petits pains à soixante-quinze centimes d'euros chacun et deux bouteilles de coca à 1 euro dix chacune.

Que cherche-t-on lorsque l'on effectue l'opération $2 \times 1,50$?

Que cherche-t-on lorsque l'on effectue l'opération $4 \times 0,75$?

Que cherche-t-on lorsque l'on effectue l'opération $2 \times 1,10$? »

Il s'agit d'identifier, dans un énoncé, à quoi correspond un produit donné. On peut noter qu'il y a des données inutiles dans le problème (par exemple la somme dont l'acheteur dispose), mais pas d'ambiguïté sur les facteurs et les produits à identifier : en particulier, les prix unitaires sont différents pour chaque objet. D'autre part, on peut noter que les trois produits font à chaque fois intervenir un facteur entier (le nombre d'objets) et un facteur non entier (le prix unitaire de l'objet), ce qui a pour conséquence que la conception de la multiplication qui est mobilisée est à nouveau celle de l'addition répétée. Enfin, remarquons qu'une difficulté est posée par le fait que la plupart des nombres sont écrits en lettres, et non en chiffres dans l'énoncé ; on peut toutefois s'interroger sur l'utilité de cette difficulté par rapport à l'objectif visé (travail sur des situations multiplicatives).

La tâche 16, qui est un exercice issu du manuel de la classe, et dont l'énoncé est : « *Pascal a acheté 27,25 kg de fraises qui coûtent 2,16 euros le kg. Combien va-t-il payer ?* » est un problème de prix classique. Les élèves doivent identifier une situation multiplicative et calculer un produit de deux facteurs non entiers, mais, sur ce type d'exercices, on peut supposer que l'effet de contrat (le fait qu'on soit dans le chapitre sur la multiplication, et le fait qu'il n'y ait que deux données dans l'énoncé) fait que les élèves vont automatiquement poser l'opération $27,25 \times 2,16$, sans nécessairement se poser la question du sens, ou de la nature de l'opération à effectuer.

Quant à la tâche 17, il s'agit également d'un exercice issu du manuel, et son énoncé est :

« Un marchand achète 24 cartons contenant chacun 12 flacons de détachant.

Chaque flacon a une contenance de 0,18 L.

Le litre de détachant coûte 12,75 euros.

Quel est le prix total du détachant ? »

Il s'agit également d'identifier des situations multiplicatives et de poser des multiplications faisant intervenir des nombres entiers ou non. Toutefois, la tâche est rendue nettement plus difficile par la multiplicité des données et des situations multiplicatives à identifier : l'exercice contient une situation de dénombrement faisant intervenir deux entiers, puis une situation de dénombrement, mais faisant intervenir cette fois un nombre entier et un nombre non entier, et enfin un problème de prix, faisant intervenir deux nombres non entiers.

Les difficultés sont multiples : l'énoncé contient des mots qui ne sont pas forcément familiers aux élèves, tels que « détachant » ou « contenance », le produit à calculer contient quatre facteurs et, s'il peut être calculé par étapes, celles-ci ne sont pas indiquées ; enfin, les nombres choisis sont sources de difficultés de calcul : le chiffre des unités de 0,18, et le fait que le dernier nombre ait 4 chiffres risquent de poser problème aux élèves. Si l'élève procède par étapes, il aura même à effectuer comme dernier calcul $51,84 \times 12,75$, ce qui pose de nombreuses difficultés techniques : l'addition intermédiaire comporte quatre lignes, les deux derniers chiffres sont 0, et il y a deux chiffres après la virgule dans les deux facteurs, ce qui a en général pour effet que les élèves en mettent également deux au résultat ; or, le résultat final comportera bien deux chiffres après la virgule, mais à condition de supprimer les deux zéros

inutiles. Enfin, vu l'énoncé, l'élève n'a aucune chance d'évaluer seul la validité de l'ordre de grandeur de sa réponse comme il peut éventuellement le faire lorsqu'on lui demande le prix d'un paquet de bonbons par exemple : en effet, il est peu probable qu'un élève de sixième ait une idée de l'ordre de grandeur du prix de 24 cartons de 12 bouteilles de 0,18L de détachant à 12,75 euros le litre.

d) Un bilan des tâches proposées et quelques commentaires globaux

L'ensemble des tâches proposées au cours de la séquence ont été classées dans le tableau suivant, en fonction des connaissances travaillées. On a placé dans la catégorie **Révisions** toutes les tâches portant sur des connaissances du cycle 3 même si l'enseignant ne les considère pas comme acquises par les élèves, ou s'il les aborde comme des connaissances nouvelles. De même, l'analyse a priori a été brièvement résumée, pour en rappeler les principales caractéristiques.

La lettre n désigne un nombre entier, la lettre d désigne un nombre décimal non entier.

Connaissances travaillées	Analyse a priori	Durée prévue par le professeur (quand elle a été annoncée)
Révisions :		
situations multiplicatives ($n \times n$, $n \times d$)	Tâche1 : lecture d'énoncé complexe, reconnaissance d'une situation multiplicative $n \times n \times n$ (addition réitérée) et calcul du produit	29 minutes à la première séance
	Tâche 2 : reconnaissance d'une situation multiplicative $n \times n$ (addition réitérée) et calcul du produit	14 minutes à la première séance
	Tâche 8 : reconnaître qu'il manque une donnée, ajouter une donnée convenable, calcul $n \times n \times n$ (addition réitérée)	
	Tâche 9 : reconnaissance d'une situation multiplicative $d \times n$ (addition réitérée) et calcul du produit (difficulté technique 0,)	
	Tâche10 : reconnaissance d'une situation multiplicative $n \times n \times n$ (addition réitérée) et calcul du produit	
	Tâche15 : retrouver à quoi correspond un calcul $d \times n$ dans un énoncé (addition réitérée)	
T.O. (entiers, posés, calcul mental)	Tâche 6 (4 ex.) : multiplications posées $n \times n$, tables + T.O. ; variable didactique : nombre et nature des chiffres des facteurs ; difficulté : retenues	
	Tâche 7 : autocorrection des multiplications posées	10 minutes

	calcul mental (3 séries)	5 minutes pour chaque série série a. dans les premières séances, séries b. et c. prévues dans les dernières séances
	Tâche 5 : Ecrire la table de 11 jusqu'à 30 (difficulté 19, 28, 29)	
Multiplication par puissances de 10	Tâche 11 : comprendre la consigne, décomposer avec les puissances de 10, utiliser la multiplication par des puissances de 10, commutativité et associativité	Une séance (bilan compris - formulation de la règle de la virgule, tâche 12)
	réinvestissement en calcul mental	
Propriétés de la multiplication	Tâche 4 : regrouper en reconnaissant des produits « connus » puis effectuer ; toujours 3 facteurs, tous entiers sauf le dernier, toujours regrouper le premier et le troisième, difficulté : table de 11 et multiplication par des puissances de 10	
Vocabulaire, expression	Tâche 3 : compléter des phrases avec les mots facteur et produit, reconnaissance de produits « connus »	
	Tâche 12 : formuler par écrit la règle de la virgule	
T.O. $d \times d$	Tâche 13 : appliquer l'algorithme de calcul $d \times d$ (règle de la virgule) + calcul mental	
Situations multiplicatives $d \times d$	Tâche 16 : reconnaître une situation multiplicative, technique $d \times d$	
	Tâche 17 : reconnaître une situation multiplicative complexe, effectuer plusieurs produits $n \times n$, $n \times d$, $d \times d$, difficultés techniques	

Le scénario est donc cohérent avec le projet présenté par l'enseignant lors de l'entretien préalable en ce sens qu'il est principalement centré sur des connaissances anciennes. En effet, on peut observer dans le tableau que le nombre de tâches portant sur des révisions est considérable : seules 4 tâches sur 17 portent réellement sur les enjeux du programme de sixième. On n'observe donc pas un travail quasiment exclusif sur les connaissances nouvelles, comme on peut l'observer souvent en classe ordinaire et que l'on attribue principalement aux contraintes de temps, mais plutôt un travail quasiment exclusif sur des connaissances anciennes, qui sont considérées comme non acquises. Le travail permettant l'articulation des connaissances anciennes et nouvelles, souvent négligé également dans les classes ordinaires, n'est pas non plus présent ici : les exercices portent exclusivement soit sur des connaissances anciennes, soit sur des nouvelles, mais ne mélangent pas les deux. On peut noter toutefois une exception : la tâche 17, qui regroupe des situations multiplicatives faisant

intervenir des entiers et des non entiers, mais qui est très complexe comparée aux autres tâches proposées aux élèves.

En revanche, en ce qui concerne l'étude des situations multiplicatives, le scénario est nettement moins cohérent avec le projet, et en particulier les objectifs ont été revus à la baisse : le nombre et la variété des situations multiplicatives rencontrées sont finalement très réduits.

En effet, la multiplication des décimaux n'est pas introduite par une situation, les seuls problèmes proposés sont des problèmes de prix, et enfin, dans l'ensemble des situations multiplicatives étudiées (portant sur des entiers ou non), la conception de la multiplication mobilisée est systématiquement celle de l'addition répétée. On peut toutefois remarquer que cela est cohérent avec la stratégie de l'enseignant qui souhaitait baser son enseignement sur cette conception mais qui s'y trouve de fait presque enfermé : ayant fondé sa stratégie sur cette conception, il ne propose pas de situation la mettant en défaut. Il évite ainsi l'enjeu et la difficulté principale du programme de sixième, qui est précisément la mise en défaut de cette conception, insuffisante à la compréhension du sens de la multiplication de deux décimaux entre eux.

On retrouve donc globalement les choix, dans la stratégie, qu'avaient faits les enseignants de classe ordinaire de la thèse d'E. Roditi : le champ mathématique délimité est quasiment identique, l'enseignement de la notion est un enseignement décontextualisé, avec peu de situations multiplicatives proposées, et peu de variété dans ces situations. De même que pour ces enseignants, l'étude de certaines situations mettant en jeu la multiplication sera traitée dans des chapitres propres (chapitre sur les aires, la proportionnalité...), respectant ainsi la progression proposée par l'ensemble des manuels de sixième. La plus grosse partie du travail porte sur la technique opératoire, dont la justification est faite par l'enseignant, parfois avec des exigences relativement élevées, par exemple en calcul mental.

La différence principale se situe dans la nature des connaissances sur laquelle porte la majorité des tâches proposées : connaissances anciennes ou connaissances nouvelles.

2. Description du déroulement :

L'étude du déroulement est centrée sur le repérage des activités effectives des élèves, au sens où E. Roditi les définit dans sa thèse (p. 293) : « *Rappelons que le repérage des activités réelles est impossible : elles sont différentes pour chaque élève et s'effectuent essentiellement en pensée. Nous considérons donc la classe dans son ensemble [...] Ce sont les traces des activités en référence aux tâches prescrites que nous appelons activités effectives et que nous étudions.* »

L'écart qu'il peut y avoir entre les tâches proposées a priori, dont l'étude a fait l'objet de la partie précédente, et les activités effectives des élèves sera notamment un objet d'attention particulière : en effet, les activités proposées sont souvent modifiées par l'enseignant au cours du déroulement, consciemment ou non, et pour diverses raisons, liées aux contraintes qu'il subit. On peut également éventuellement observer des « malentendus » entre enseignant et élèves sur le travail attendu : il arrive que les élèves ne travaillent pas exactement sur ce que le professeur attend d'eux, ou avec des objectifs différents, et l'enseignant n'en est pas forcément conscient.

L'étude du déroulement a été conduite ainsi : chaque séance enregistrée a été découpée en épisodes minutés²⁴, en fonction de la *nature* de l'activité dominante (par exemple, un épisode peut être constitué par la correction d'un exercice fait à la maison, une intervention concernant la discipline, une série de calcul mental...).

Puis, les épisodes de chaque séance ont été classés en cinq catégories, en fonction de la *forme* d'activité dominante :

- **élève autonome** : épisodes où les élèves travaillent seuls sur une tâche,
- **phase collective** : épisodes où la classe travaille collectivement, et dans lesquels ont été distinguées deux sous-catégories : les épisodes de correction d'exercices réalisés à la maison, et les épisodes de travail collectif sur une tâche ; on a répertorié notamment dans cette catégorie un grand nombre d'épisodes où le mode de gestion est appelé exercice dialogué (ED) : il s'agit d'une forme de travail où l'enseignant dirige la résolution de la tâche en faisant participer les élèves.
- **cours** : épisodes où l'enseignant écrit la leçon au tableau et où les élèves recopient dans leur cahier
- **gestion de classe** : épisodes où l'enseignant intervient pour des problèmes de discipline.
- **calcul mental** : ces épisodes sont constitués par les séries de calcul mental

Ont été ensuite retenus pour être décrits les épisodes concernant les tâches mathématiques proposées et décrites dans la partie précédente. Notamment, les épisodes de gestion de classe ont été exclus de la description du déroulement, de même que les épisodes de cours, - à l'exception de quelques extraits, les différences entre le cours écrit par l'enseignant et le cours écrit au tableau et recopié par les élèves étant minimes, et l'activité des élèves se limitant à recopier ce qui est écrit au tableau.

Le déroulement d'une tâche peut être constitué de plusieurs épisodes (par exemple une phase où les élèves sont autonomes, et une phase collective), et l'analyse qui en est présentée ici s'attache à repérer les activités (effectives) des élèves au cours des différents épisodes, ainsi que les accompagnements de l'enseignant - les uns influant sur les autres et réciproquement, notamment dans les situations problématiques (lorsqu'un élève ne comprend pas, lorsqu'il faut affronter une difficulté particulière dans un exercice...).

La description des déroulements des tâches²⁵ n'est pas exhaustive pour plusieurs raisons : d'une part, le scénario contenant 17 tâches, il paraissait excessif dans un DEA de détailler chaque déroulement ; d'autre part, certaines tâches sont très similaires entre elles et décrire plusieurs tâches semblables n'apporte que peu d'éléments nouveaux. Un choix a donc été fait entre les tâches, mais de façon à être représentatif de la diversité à la fois dans les contenus et dans les modes de déroulement. De même, la description du déroulement d'une tâche n'est pas homogène : elle se présente sous forme de « chronique », mêlant parfois description objective à partir des enregistrements et éléments d'analyse. Notamment, certaines actions présentant peu d'intérêt sont parfois brièvement résumées, alors que d'autres sont très détaillées : cela peut être lié à un intérêt particulier du point de vue du contenu (notamment le problème d'introduction, ou l'activité servant à établir la règle de la virgule), ou du point de vue du mode de déroulement (correction, travail autonome des élèves...). Dans la mesure du possible, nous tentons d'explicitier les raisons de ces choix. Etant donné que ces choix sont

²⁴ La méthode s'inspire de celle de F. Vandebrouck (Vandebrouck 2002)

²⁵ L'énoncé intégral de chaque tâche est proposé en annexe 2

liés à la tâche, au type d'activité, mais aussi au déroulement lui-même, il se peut que, dans la description, soient inclus des éléments d'analyse visant à les justifier.

a) Tâches de révision initiales : un déroulement très contrôlé, qui avance lentement, et assorti de nombreuses explicitations contextualisées

Rappelons que les tâches 1 et 2 (problème de l'arbre à sucettes et problème de l'entraîneur) sont données par M. Marc dans le but d'introduire le chapitre (il espère faire deviner le titre du chapitre à la fin de l'exercice), et de (re-)travailler le lien entre addition réitérée et multiplication, c'est-à-dire, d'après lui, de travailler sur le sens de la multiplication et la reconnaissance de situations multiplicatives, qu'il considère non acquis par une majorité d'élèves. Il a prévu d'y consacrer 29 minutes.

i) Un exemple très détaillé d'une tâche de révision avec une gestion type ED : la tâche 1.

Le déroulement de la tâche 1 est découpé en 5 épisodes : un épisode où les élèves sont autonomes, suivi de deux épisodes de travail collectif, mais où l'activité est différente, puis à nouveau une période où les élèves sont autonomes, et une nouvelle phase collective.

Les épisodes où les élèves sont autonomes durent respectivement 3 minutes et 1 minute. La consigne est, la première fois, « *collez [l'énoncé], lisez et réfléchissez, mais sans écrire, sans essayer de le faire* »²⁶. Notons cela dit que, même si les élèves sont censés travailler seuls, M. Marc ne cesse de parler pendant cette période, ses interventions servant notamment à enrôler les élèves « *allez, il faut lire, il faut réfléchir* », ou freiner les élèves qui lèvent la main rapidement pour donner leur réponse : « *tu n'as pas assez réfléchi* », « *il faut attendre que tout le monde ait réfléchi* »...

Concernant la consigne, on peut remarquer tout d'abord que le fait de lire un énoncé n'est pas forcément évident pour les élèves, la lecture restant problématique en sixième pour de nombreux élèves, et l'énoncé du problème étant complexe. Il est de plus accompagné d'un dessin²⁷ plutôt humoristique, censé attirer l'attention des élèves, mais qui sera source de malentendu et d'incompréhension pour certains : l'un demande si le dessin a à voir avec le problème, et M. Marc lui répond que c'est le texte qu'il faut lire, que le dessin n'est là que pour illustrer. D'autre part, on peut supposer que la consigne « *réfléchissez, mais sans écrire, sans essayer de le faire* » pose problème aux élèves : doivent-ils réfléchir à une manière de résoudre, aux différentes méthodes pour résoudre, essayer de trouver la solution (mais qu'ils peuvent difficilement trouver sans écrire de calculs) ? M. Marc précisera la consigne quelques instants après : il s'agit de réfléchir aux questions que l'on pourrait poser sur l'énoncé, mais cela reste flou pour les élèves. Globalement, ils ont pendant cette période soit une activité de collage, soit de lecture, soit pour certains une activité de recherche de la solution, ou au moins de recherche du calcul qu'il faut faire.

Au bout de trois minutes (certains élèves finissent juste de coller l'énoncé, d'autres ont déjà trouvé une réponse et veulent intervenir), M. Marc demande l'attention des élèves et entame une phase collective entièrement orale (seul l'enseignant écrit quelques résultats partiels au tableau) qui dure 20 minutes, et pendant laquelle la première question du problème est résolue, sous forme d'exercice dialogué (ED). La lecture à haute voix de l'énoncé par un élève est interrompue par M. Marc après les hypothèses et avant la question pour demander à la classe si l'énoncé est compris et à un élève, Yacine, d'expliquer quelles sont les données.

²⁶ Les caractères en italique sont, dans cette partie, des citations extraites des enregistrements.

²⁷ Cf annexe 2

Notons que Yacine est l'un des élèves les plus en difficultés dans la classe, qui sert en cela souvent de référence à M. Marc, mais qui est demandeur et qui participe.

Après la lecture de la première question, M. Marc la reformule lui-même immédiatement : « *la question c'est, combien est-ce qu'il va y avoir de sucettes sur l'arbre aux sucettes au citron, on est d'accord ?* » puis leur demande comment on fait.

Yacine répond « *on compte* » et M. Marc lui demande de compter (on voit plus loin que ce que M. Marc appelle « compter » est, en fait, faire le calcul avec une addition²⁸), mais l'élève va compter une par une les sucettes qui sont sur le dessin, pour trouver 6. Les autres élèves protestent, et M. Marc veut qu'il y ait discussion entre les élèves (« *attends, on va discuter* ») et demande s'il n'y a que ça sur l'arbre ? l'un dit qu'il y en a aussi par terre, et M. Marc les renvoie à l'énoncé, qu'il fait relire par Yacine. On commence par redire le nombre de branches. Yacine s'obstine à vouloir compter les sucettes sur l'arbre. M. Marc fait appel à une autre élève, mais l'arrête quand elle veut donner la réponse, et lui demande d'expliquer, « *pour Yacine* ». Pour lui faire comprendre, il invoque que, sur l'arbre, les sucettes ne sont pas toutes nées, et qu'en plus certaines sont tombées, puis conclut qu'il faut imaginer la situation. L'élève dit que ce n'est pas possible, et M. Marc justifie par : « *si je te l'ai donné, c'est que c'est possible*²⁹ ».

Une élève interrogée ensuite propose 6 fois 4, qui correspond au calcul du nombre de petites branches. M. Marc s'en saisit et dessine en schématisant par des rectangles les grosses branches et par des traits les petites, en demandant aux élèves d'imaginer, et répétant « *on va faire par étapes* ». Il leur demande ensuite comment on aurait pu faire autrement pour trouver 24 et interroge Yacine qui compte les petites branches, en ajoutant les sucettes dessinées, et trouve 28, mais M. Marc demande si on aurait pu faire « *une autre opération* », sans faire de commentaire sur l'erreur de Yacine. Un élève suggère finalement $6 + 6 + 6 + 6$; certains élèves font remarquer que cela revient au même, mais M. Marc insiste en disant que c'est une autre méthode, et essaie de le faire comprendre pas à pas à Yacine, en utilisant le dessin. Il conclut en disant qu'« *il y a donc deux méthodes pour compter vos petites branches : soit vous prenez une multiplication, vous faites la multiplication 6 fois 4, soit, si jamais vous préférez compter, on peut faire une addition en faisant $6+6+6+6$* ». Ce sont les élèves qui mentionneront qu'il est plus simple de faire une multiplication, que cela va plus vite. Il revient ensuite à la question posée et annonce qu'il faut maintenant compter les sucettes : il interroge une bonne élève qui suggère de faire $24 + 24 + 24$, ce qui, du point de vue du problème, n'a aucun sens. Une autre élève ayant suggéré 4 fois 3, il s'embrouille, commence à l'interroger, puis revient sur le premier calcul, en disant qu'il verra les autres méthodes plus tard. Il revient au calcul de $24+24+24$ et demande : « *est-ce que ça correspond à quelque chose au niveau des sucettes ?* » puis il reparle de la multiplication, mais demande ensuite : « *si on veut faire une addition ?* » puis explique lui-même $3+3+3...$. Il insistera alors auprès de Yacine : « *toi qui aimes bien compter, combien de fois il va faire 3,3,3 ?* » Yacine répond 24 fois, mais M. Marc lui fait remarquer que cela va être long. Il demande alors à la classe pourquoi on utilise la multiplication, les élèves répondent que c'est plus rapide et plus simple, mais il ajoute qu'il faut connaître ses tables de multiplication. Enfin, il leur dit que, quand ils ne sont pas sûrs d'eux, ils peuvent utiliser l'addition, mais que cela peut être compliqué.

L'activité mathématique des élèves pendant cette période est relativement floue et éloignée de l'activité attendue d'après l'analyse a priori de la tâche. Une ambiguïté plane sur ce que l'on cherche : le résultat ou les méthodes, et il semblerait, comme il le précisera d'ailleurs lors de la rédaction de la solution, que le plus important pour M. Marc soit de présenter toutes les méthodes possibles, très contextualisées, même si elles n'ont pas été proposées par les élèves. Rappelons qu'il souhaitait utiliser ce problème pour remettre en

²⁸ N'y a-t-il pas là une imprécision de débutant ?

²⁹ Cette phrase prend tout son sel plus loin...

évidence le lien entre addition répétée et multiplication : les deux méthodes sont présentées, mais leur comparaison est limitée à des considérations floues ; en effet, l'addition est finalement qualifiée de méthode plus compliquée que la multiplication. Il s'agissait également de travailler sur la reconnaissance de la situation multiplicative, mais cela est également très limité, puisque la recherche de la solution s'est finalement transformée en recherche d'une méthode additive pouvant remplacer la multiplication, certains élèves ayant directement identifié la situation multiplicative.

La deuxième phase collective dure 7 minutes, et est consacrée à la rédaction au tableau par M. Marc des différentes méthodes : il met en évidence les étapes (calcul du nombre de petites branches, puis calcul du nombre de sucettes, ou l'inverse), en mentionnant à chaque fois la méthode additive et la méthode multiplicative. Il fait redire par les élèves qui ont participé les différents calculs, et insiste énormément sur l'importance des étapes et de ce qui est écrit pour rédiger : à l'élève qu'il interroge et qui veut donner le calcul, il dit : « *non, il faut qu'on explique, il faut rédiger* », puis il met un titre à chaque étape : « *les petites branches* », « *les sucettes* »... et demande à chaque élève interrogé de redonner toutes les étapes. Il ajoute également : « *le plus important est de voir les différentes méthodes* ». Toutefois, une nouvelle confusion apparaît à cette occasion : en effet, au lieu de distinguer là la méthode additive et la méthode multiplicative, il insiste sur le sens dans lequel les calculs sont faits : compter d'abord les petites branches sur l'arbre puis les sucettes, ou commencer par compter les sucettes sur chaque grosse branche.

L'activité de la majorité des élèves est pendant cette période une activité de copie plus ou moins passive³⁰ selon qu'ils participent ou non.

Le traitement de la deuxième question constitue les deux derniers épisodes : dès qu'il a terminé d'écrire les différentes méthodes possibles pour la première question (cela recouvre tout le tableau), et alors que les élèves sont en train de recopier, il leur demande de lire la deuxième question et de la faire, en leur disant d'aller plus vite. Suite à des questions d'élèves, il autorise les schémas et interdit la calculatrice. Mais cette phase d'autonomie ne dure qu'une minute et est donc négligeable : la recherche de solution par les élèves est quasiment inexistante et la question sera traitée sous forme d'exercice dialogué, comme la première.

Malgré les protestations de plusieurs élèves (certains n'ont pas terminé de recopier), il fait lire la deuxième question par un élève. Dès la fin de la lecture, il demande d'un seul trait : « *Alors comment est-ce qu'on va faire ? C'est quoi la différence par rapport à celui d'avant ? Qu'est-ce qu'on a ? Alors, il y a quoi ? On va détailler, qu'est-ce qu'on a ? Combien de grosses branches ?* » Chaque question est plus précise et limite davantage la recherche que les élèves doivent faire pour répondre, jusqu'à n'être plus qu'une question extrêmement simple. Une fois qu'un élève a répondu, il ajoute « *ça c'est la nouvelle information, qu'est-ce qu'on a d'autre ?* » mais cette nouvelle réponse est plus difficile à produire car la donnée n'est pas dans la deuxième question : il faut rechercher dans les données du début. Il interroge un élève qui veut donner sa solution à la question : il l'arrête et va de nouveau cibler de plus en plus ses questions jusqu'à ce qu'il donne la réponse qu'il attend :

« *M³¹ : Ah non, non, la question c'est on a 15 grosses branches, il y a encore d'autres informations, qu'est-ce qu'on connaît d'autre ?* »

³⁰ Notons qu'activité ou passivité en classe ne sont pas nécessairement en rapport direct avec *activité mathématique* et apprentissage ; en effet, on peut apprendre en écoutant les autres, mais on peut s'interroger sur l'activité mathématique d'un élève qui ne fait que recopier.

³¹ Dans toute cette partie, M désigne M. Marc et E désigne un élève. L'usage de nombres (E1, E2...) sert éventuellement à distinguer des élèves différents

E : On connaît que...

M : Il y a combien ?

E : Qu'il y a combien de ... de branches

M : Il y a combien de *petites* branches ?

E : il y en a 6

M : 6, où ça ?

E : Ben, sur l'arbre, sur les ... les 15 petites, ... les 15 grosses branches. »

La résolution se poursuit ensuite en exercice dialogué, M. Marc écrit au fur et à mesure au tableau les différents calculs que les élèves proposent, mais mélange cette fois les différentes méthodes multiplicatives sans évoquer l'addition. Il donne les résultats des calculs que les élèves ont trouvé, sans expliquer comment ils se calculent : il écrira notamment $18 \times 15 = 270$ sans calcul posé au tableau car le temps manque. Quelques élèves participent, mais les autres ne font que recopier au tableau au fur et à mesure que l'enseignant écrit. M. Marc dit plusieurs fois : « *c'est le même problème que le premier, il faut qu'on avance* ».

ii) Reprise et bilan de la tâche 1

A la séance suivante (les élèves n'avaient pas eu de devoirs à faire), M. Marc revient sur le problème en leur demandant pourquoi on l'a fait (rappelons que son projet était d'utiliser ce problème pour que les élèves devinent ensuite le titre du nouveau chapitre). Un élève répond que c'est pour apprendre la multiplication à gros chiffres. M. Marc corrige chiffres par nombres, et rappelle brièvement la différence. Il explique ensuite que la multiplication est déjà connue des élèves, mais qu'elle est plus difficile avec de gros nombres, puis demande comment on a résolu le problème. Yacine, le premier interrogé répondra : « *on a compté* », puis interrogeant d'autres élèves, il écrit au tableau, quand les élèves les mentionnent à sa demande, la méthode multiplicative et la méthode additive (cela prend environ 5 minutes), puis leur demande de les comparer. La conclusion qu'il dit lui-même est : « *le but était de revoir le lien entre l'addition et la multiplication : la multiplication a été inventée pour se simplifier la vie par rapport à l'addition* » puis il fait écrire sur le cahier en guise de bilan du problème : « *Pour simplifier le calcul, quand on additionne plusieurs fois le même nombre, on fait une multiplication* », qu'il illustre d'un exemple, et le titre du nouveau chapitre est annoncé.

iii) suite des révisions : tâche 2

Suite à ce bilan, M. Marc profite de la multiplication écrite au tableau pour mentionner le vocabulaire qu'il fera noter plus tard dans le cours. Le deuxième problème est ensuite distribué et, à nouveau, la consigne est « *collez, lisez et réfléchissez* » ; M. Marc ajoute au bout de quelques instants, pendant qu'ils distribue et que certains élèves lèvent déjà la main pour répondre : « *commencez à faire sur le cahier* ». Cet épisode où les élèves sont autonomes dure 3 minutes, il est suivi par une phase collective de 18 minutes où la question est résolue sous forme d'exercice dialogué, et enfin la rédaction de la solution et le copiage par les élèves prend 3 minutes.

La plupart des élèves semblent avoir directement identifié le modèle multiplicatif et lèvent le doigt (rappelons que l'énoncé est relativement court et simple, ne mobilise que le modèle addition réitérée de la multiplication et ne compte que deux données, qui de surcroît sont des nombres entiers). L'élève interrogée suggère donc 12×18 puis M. Marc demande si on peut faire autrement. Un élève répond $12+12+\dots$ 18 fois. M. Marc leur fait imaginer par exemple une caissière, dont la caisse serait cassée et qui devrait passer les 18 articles successivement (ce qui engendre une discussion sur le fait de réparer la caisse qui dure

environ 4 minutes). Un élève suggère ensuite $18+18+18...$ mais M. Marc répond que cela n'a pas de sens avec le problème. L'opération est posée par un élève au tableau à qui M. Marc demande d'expliquer le décalage à la deuxième ligne (l'élève répond que c'est parce qu'il s'agit des dizaines). Un autre élève a calculé de tête, en faisant $96 + 120$, mais M. Marc lui dit : « *il ne faut pas chercher à aller vite, c'est dangereux, il faut poser* ». Un élève, Cédric, expliquera également une méthode différente (pour calculer en ligne), qui est fautive (il a additionné les deux chiffres des dizaines et multiplié ensemble les deux chiffres des unités), mais qui donne par hasard le bon résultat. M. Marc ne saisit pas tout de suite où est l'erreur, et « évacue » la question en redisant qu'il vaut mieux poser l'opération. Pour rédiger enfin la solution, il laisse la multiplication écrite en ligne (mais efface l'opération posée) puis demande à Yacine de lui redonner l'addition, en reparlant de la caissière, addition qui sera notée après la multiplication dans la correction.

b) Vocabulaire et propriétés de la multiplication : faits à la maison et corrigés en classe

i) un exercice sur le vocabulaire (tâche 3) où l'on voit des malentendus dans le travail à la maison

La tâche 3 (l'exercice de vocabulaire) n'est pas faite en classe. L'exercice est donné à faire à la maison suite à l'écriture de la première partie de la leçon, qui s'intitule *Définitions - propriétés*, car il ne reste plus de temps pour la commencer en classe. La description du déroulement porte donc sur la correction uniquement. On observera toutefois que, lorsqu'un élève donne une réponse fautive, M. Marc reprend en général la main pour travailler en mode exercice dialogué.

Pour la première phrase, qui était simplement à compléter, M. Marc interroge un élève qui donne la bonne réponse. Il demande ensuite si les autres élèves ont complété de la même façon, et, à un élève qui dit avoir mis « les facteurs du calcul » au lieu des « facteurs du produit », M. Marc rétorquera que c'est faux, car « *le but est d'utiliser ce qu'on a appris, ce qui est nouveau* ». L'élève lui rétorquant que « calcul » est un mot qu'ils ont appris, il lui répondra qu'il fallait utiliser « *ce qu'on vient juste d'apprendre* ».

Pour les phrases suivantes, qui étaient à construire sur le modèle de la précédente à partir de nombres proposés, l'élève interrogé répond : « *Le produit de 25 par 100 est 4* »³² : il a réécrit la phrase précédente en plaçant simplement les nombres dans l'ordre où ils étaient donnés, sans se soucier du sens. On peut noter que l'élève peut penser qu'il a respecté la consigne : il a « *construit [une] phrase comme celle ci-dessus en utilisant les nombres 25, 100 et 4* » ; sa phrase est en effet « *comme celle ci-dessus* » et il a utilisé les nombres proposés. On pourrait presque dire qu'il y a un implicite dans l'énoncé - la phrase doit être juste, du point de vue du sens -, qui est évident pour l'enseignant, mais pas pour les élèves et donc source de malentendu. M. Marc valorise toutefois le respect de la consigne, puis il demande aux élèves de vérifier si la phrase est vraie : il dira successivement :

« *M : Donne l'expression numérique qui correspond à produit de 25 par 100, comment tu fais pour calculer le produit de 25 par 100 ?*

E : ...

M : produit fait référence à quelle opération ?

E : ...

M : Le chapitre en ce moment c'est quoi ? on étudie quelle opération en ce moment ?

E : la multiplication

M : qu'est-ce que c'est qu'un produit : lis la définition dans le cahier. »

³² Cela nous semble un superbe exemple de malentendu entre tâche et activité

En revanche, une autre élève propose une phrase juste, mais qui n'a pas respecté la consigne (elle n'a pas utilisé tous les nombres de l'énoncé), et M. Marc la refuse.

D'autre part, lors de la correction, M. Marc « algorithmise » la recherche du produit au lieu de faire réfléchir les élèves : il leur dit : « *on essaie tous les produits possibles* » avec 39, 13 et 3 ; il leur fait notamment poser 39×3 plutôt que de leur poser la question : est-il possible que cela donne 13 ? L'activité des élèves qui était a priori une tâche de recherche est donc transformée en une tâche technique de révision : poser une multiplication d'entiers.

Quant à Yacine, il avait compris que 25,100 était un seul nombre³³, et il a écrit « le produit de 25,100 par 4 est 100,100 ». M. Marc lui demande comment il a trouvé ce résultat, fait poser l'opération à un autre élève, puis dit « *ta phrase n'est pas fausse, c'est ta multiplication qui est fausse* » et lui demande de recopier la phrase juste qui est écrite au tableau.

ii) un exercice de calculs où l'enjeu se révèle autre que celui des propriétés (tâche 4)

La tâche 4, qui portait sur les propriétés de la multiplication (il s'agissait de « regrouper astucieusement les facteurs ») n'est pas non plus faite en classe. La description du déroulement porte donc sur la correction. Notons que, pour le même jour, les élèves avaient à faire les tâches 4, 6 a., b., c., mais la correction de la tâche 4 prendra les 27 minutes qui restent dans la séance après un petit test de géométrie.

M. Marc commence par rappeler qu'« *il s'agissait de calculer mentalement* » puisqu'il avait présenté les propriétés de la multiplication comme étant des propriétés de calcul mental, puis demande ce qu'est un regroupement astucieux. Une élève répond « *c'est pour avoir le plus de nombres entiers* », alors qu'il n'y a que des facteurs entiers, sauf dans le dernier calcul. Mais M. Marc ne relève pas et commence la correction : il interroge un élève pour chaque calcul, mais c'est lui qui est au tableau et qui écrit. Il insiste notamment sur la présentation : « *je ne veux qu'un seul signe égal par ligne, et on réécrit tout à chaque fois* ». Il justifie ces exigences de présentation par le fait qu'« *au contrôle, il faut que je voie comment vous avez fait* ». Quant à Yacine, il avait fait le calcul mentalement, comme le professeur l'avait demandé, mais en n'écrivant que le résultat sur son cahier. A nouveau, M. Marc lui répond : « *je veux savoir comment vous pensez, la présentation c'est une manière d'expliquer* » puis « *les maths c'est ça, on détaille pour tout expliquer* ». Pour faire la correction, M. Marc écrit ce que dit l'élève interrogé même si c'est faux et corrige ensuite, en interrogeant souvent un autre élève. On observe comme pour les tâches précédentes qu'il est très directif et qu'il prend beaucoup à sa charge, même lorsqu'un élève est interrogé et donne les bonnes réponses. Pour le calcul b., par exemple,

« M : *qu'est-ce que tu as regroupé ?*

E : 25×4

M (écrit au tableau en parlant sur un ton interrogateur) : $25 \times 4 \times \dots ?$

E : 11

M (écrit 11), puis : 25×4 , ça fait ?

E : 100

M (écrit 100×11), puis : et 100×11 , ça nous fait ?

E : 110

M écrit 110. »

³³ Deuxième malentendu ?

Pendant la correction de ce calcul, l'activité mathématique des élèves est pour ainsi dire inexistante : l'élève interrogé n'a eu qu'à lire sur son cahier des réponses partielles et les autres copient les réponses inscrites par le professeur au tableau.

Pour le c., l'élève interrogée connaissait la technique de la table de 11 et donne le bon résultat. A nouveau, M. Marc écrit au tableau et prend tout le travail d'écriture à sa charge, puis il explique l'astuce pour la table de 11, et demande aux élèves d'écrire toute la table jusqu'à 30 pour la prochaine séance. (il ignore manifestement qu'il se pose un problème pour 19, 28 et 29).

Pour le calcul d., l'élève interrogé n'a pas regroupé correctement, et se retrouve à devoir calculer 14×200 , pour lequel il a fait une erreur. M. Marc lui dit : « *si tu n'arrives pas à calculer rapidement, c'est que tu n'as peut-être pas fait la meilleure manière, même si 14×200 n'est pas si compliqué que cela* ». Il lui demande comment on aurait pu regrouper autrement pour que ce soit plus simple, et comme l'élève dit qu'il ne sait pas, M. Marc interroge un autre élève qui donne la bonne réponse. Comme pour le calcul précédent, l'activité des élèves est réduite à du recopiage.

Pour le e. enfin, l'élève ayant regroupé les deux facteurs entiers ensemble se retrouve à calculer $20 \times 0,25$. M. Marc lui fait remarquer que ce n'est pas simple - l'élève n'a d'ailleurs pas terminé le calcul -, et lui demande comment on aurait pu regrouper autrement. L'élève propose alors un autre regroupement manifestement au hasard. Puis le professeur dit que $0,25 \times 4$ fait partie des choses qui doivent être connues par cœur. Qu'ont fait les élèves pour ce calcul ? on peut penser qu'à l'image de l'élève interrogé, beaucoup ont dû regrouper les deux nombres entiers ensemble, ne sachant que faire du facteur 0,25, puis tenté de poser l'opération. Lors de la correction, leur activité est toutefois limitée au recopiage de la solution.

Globalement sur cette tâche (et donc sur toute la séance, puisque la correction prendra toute la séance après un test de géométrie), l'activité mathématique des élèves semble très réduite. Leur action se limite pour la plupart à recopier les solutions écrites au tableau par le professeur. Les élèves interrogés ne font que lire sur leur cahier les réponses à des questions partielles, et ceux qui participent lorsqu'il y a une erreur sont ceux qui ont la bonne réponse sur leur cahier. Quant à M. Marc, il centre ses interventions sur la présentation, et il prend à sa charge tout le travail d'écriture, sans vraiment donner de justifications plus approfondies sur le contenu.

c) Une tâche de correction faite en classe (tâche 7) : une consigne qui évolue...

La tâche 7 est faite en classe : elle prend 10 minutes et les élèves travaillent seuls. Il s'agit pour eux de corriger les multiplications d'entiers posés des tâches 6a., b. et c. qui ont été faites à la maison (on peut supposer que certains élèves ont pu utiliser la calculatrice). Pour corriger plus vite, l'enseignant a photocopié les solutions des multiplications posées, qu'il a distribuées aux élèves, et il leur demande de corriger seuls. La seule consigne donnée au départ est « *on corrige* », mais elle va être précisée au fur et à mesure. Au bout d'une minute environ, il ajoutera « *on recommence si ça ne va pas* », se rendant peut-être compte que l'activité qu'il propose aux élèves n'a qu'un intérêt très réduit s'il s'agit uniquement pour eux de repérer quels chiffres sont faux dans leurs calculs ; puis, alors qu'un élève demande s'ils doivent reposer les opérations, il modifiera : « *non, on corrige ce qui est faux* », se rendant peut-être compte que de poser les opérations fausses risque de prendre beaucoup de temps, mais cela reste tout aussi flou pour les élèves.

Au bout de quelques minutes, se rendant peut-être compte à nouveau que la tâche qu'il leur demande reste floue et limitée du point de vue de mathématique, il leur demande

d'entourer sur la feuille de correction qu'il ramassera à la fin leur erreur, et de l' « expliquer » : comme les élèves demandent comment expliquer, il dit : « *on va se faire un code : vous mettez m pour une erreur de multiplication, t pour une erreur de table, d si vous avez oublié de décaler, et c pour une erreur de calcul dans l'addition, ce sont les quatre erreurs classiques* ». Une élève demande ce qu'il faut faire dans le cas d'une erreur de retenue : il rajoute le code r. puis précise « *il faut absolument que vous sachiez où vous avez fait l'erreur* », réalisant sûrement que sinon, la tâche n'a aucune utilité du point de vue de l'apprentissage de la multiplication.

Il précise même à un moment : « *les erreurs de retenue sont souvent des erreurs d'inattention, comme ça vous saurez où il faut faire attention* », comme si d'avoir repéré des erreurs d'inattention permettait de les éviter. Il passe dans les rangs, pour aider individuellement des élèves, mais il est surtout sollicité pour redonner des explications sur la consigne et sur les codes. Puis il ramasse, mais s'aperçoit que beaucoup d'élèves n'ont pas compris la consigne : il dit alors « *tant pis, il faut qu'on avance* ».

Finalement, l'activité des élèves est réduite à une comparaison de tableaux de nombres, et au remplacement des chiffres faux par les chiffres de la fiche corrigée sur leur cahier. On peut supposer qu'il y a là un certain malentendu sur le repérage des erreurs pour l'enseignant : il est très difficile à la simple observation d'une multiplication de comprendre quelle erreur a été commise ; de plus, les codes qu'il propose se recoupent et ne donneront probablement pas beaucoup d'informations : une erreur de retenue dans l'addition peut être appelée à la fois r ou c. De même, une erreur de tables ou une erreur de retenue peuvent donner le même chiffre. Le professeur pense donc peut-être que les élèves ont trouvé leurs erreurs et vont ainsi progresser, mais il est peu probable qu'ils aient réellement appris quelque chose. D'autant plus que les élèves aiment savoir s'ils ont juste ou faux, mais cherchent rarement le pourquoi des erreurs : beaucoup ont dû chercher les erreurs pour savoir combien d'opérations étaient fausses, mais pas tellement les causes de ces erreurs.

d) Une improvisation dans une séquence de cours

Décrivons maintenant le déroulement d'une tâche improvisée par l'enseignant lors de l'écriture de la leçon, en guise d'exemple illustrant la technique de la multiplication posée : il s'agit de poser l'opération $189,75 \times 56$. L'enseignant est au tableau, et c'est lui qui écrit. Une élève est interrogée, et il la laisse faire au début, écrivant sous la dictée. Au deuxième chiffre de la première ligne, comme elle ne connaît manifestement pas les tables de multiplication, il prend toute la technique de l'opération à sa charge, et interroge la classe uniquement sur les tables de multiplication et le résultat de l'ajout des retenues : voici par exemple le début du dialogue pour la deuxième ligne (M. Marc interroge à chaque fois un élève qui lève la main, et certains donnent la réponse sans être interrogés) :

« M : 5 fois 5 ?

E : 25

M : 25, je pose 5 et je retiens 2. 5 fois 7 ?

E2 : 35

M : 35 et 2 ?

E2 : 37

M : 37, je pose 7 et je retiens ?

E3 : 3

[...] »

Toutes les explications qu'il rajoute concernent la présentation, et notamment le fait qu'il leur demande de réécrire le résultat du calcul en ligne en guise de conclusion, mais M. Marc occulte complètement la difficulté posée par son exemple : le produit des entiers est un

multiple de 100, et le résultat est donc un entier. Il fait comme s'il était évident pour les élèves que $10626,00 = 10626$, et écrit comme réponse 10626 sans plus de commentaires. Quant aux élèves, ils n'ont pas fait l'opération seuls sauf ceux qui en ont pris l'initiative, et n'ont fait que suivre et recopier le calcul au tableau ; seuls ceux qui ont été interrogés ont été actifs, même si leur activité n'a été qu'une suite de tâches simples et isolées (tables de multiplication ou addition simple).

e) L'activité d'introduction de la multiplication des décimaux (tâche 11) : travail technique en autonomie partielle

Après le travail sur les entiers, le vocabulaire et les propriétés de la multiplication, M. Marc introduit la multiplication des décimaux par une activité. Comme il a déjà consacré 5 séances à la multiplication, et qu'il considère que c'est trop difficile, il renonce à l'introduire par une situation et préfère l'introduire par une activité technique (la tâche 11), qui lui permet en même temps de retravailler la multiplication par les puissances de 10, dont la maîtrise par les élèves est un des objectifs qu'il s'est fixé pour le chapitre, ainsi que d'utiliser les propriétés de la multiplication. L'activité est donnée en classe, après la tâche d'autocorrection des multiplications (tâche 7). Il est prévu d'y consacrer la séance et d'aboutir à une formulation de la règle de la virgule, mais elle prend en réalité 3 séances, et une grosse partie du travail sera fait à la maison.

i) la première séance

Deux minutes d'autonomie sont tout d'abord laissées aux élèves pour « *coller, lire et réfléchir tous seuls* » pendant lesquelles un élève demande « *on va le faire ?* ». M. Marc fait ensuite lire le titre à un élève : « *multiplier des nombres décimaux* » et demande tout de suite : « *d'après vous pourquoi on fait ça ?* » ; n'obtenant pas de réponse, il ajoute :

« *M : jusque là toutes les multiplications qu'on a faites avaient quoi de particulier ?* »

E : *elles n'avaient pas de virgule*

M : *comment ça s'appelle un nombre qui n'a pas de virgule ?*

E : *des entiers*

M : *là, ce sont des décimaux, c'est-à-dire des nombres avec des virgules ; ça peut être des nombres entiers, mais aussi plusieurs chiffres après la virgule. »*

Notons que la virgule n'apparaît qu'au sixième calcul, c'est-à-dire que les premiers nombres sont entiers, et que seul le neuvième et dernier calcul comporte deux nombres à virgule.

M. Marc demande ensuite à un élève de lire l'énoncé et il « traduit » au fur et à mesure : il l'arrête après $253 \times 12 = 3036$ pour dire « *ça, c'est l'information qu'on vous donne, dans toute la suite, on va utiliser ça.* » puis à la fin « *l'idée, c'est de calculer à partir de ce qu'on vous a donné comme information.* », se doutant probablement que, comme il s'agit d'une tâche inhabituelle, comme il a été expliqué dans l'analyse a priori, les élèves risquent d'éprouver certaines difficultés à comprendre la consigne.

Avant même de commencer, M. Marc fait de nombreuses remarques sur la forme (la présentation qu'il va falloir adopter, l'utilité des lettres, ...). Comme ces remarques ne sont pas faites en réponse à des erreurs ou des questions d'élèves, et sorties du contexte puisque les élèves n'ont même pas commencé, plusieurs poseront justement la question peu de temps après.

Le calcul A est fait collectivement, sous forme d'E.D. : M. Marc écrit au tableau, en demandant juste aux élèves les résultats intermédiaires : combien donnent 253×12 puis 3036×10 . Ensuite, les élèves doivent faire le B et le C seuls, après avoir recopié le A. Il passe

dans les rangs pour aider individuellement, et laisse de l'autonomie : « *tu fais comme tu penses, on verra quand on corrige* », « *faites comme vous voulez, après on discute des tactiques* », « *la correction, c'est fait pour ça* ». « *vous devez trouver la meilleure méthode, pas de calculatrice, donc il faut réfléchir.* »

Il fait toutefois de nombreux commentaires et des rappels à haute voix. Les élèves qui ont terminé le B et le C doivent continuer, il attend un peu les autres pour corriger.

Correction : il est au tableau, et écrit en interrogeant des élèves. Il fait beaucoup de commentaires, mais surtout sur la forme. A une élève qui dit $3036 \times 10000 = 30360000$ il demande de réciter la règle. Puis il la répète lui-même en ajoutant que le nombre 3036 est un entier et que c'est pour cela qu'on rajoute quatre zéros.

Une élève a posé l'opération, mais s'est trompée : il reprend tout le calcul en détail, mais pour toute la classe ; en revanche, il ne lui fait pas remarquer que dans l'énoncé, il est demandé de ne pas poser, ni que ce n'est pas efficace, il lui dit seulement qu'il faut utiliser l'information donnée dans l'énoncé.

Certains élèves sont bloqués par les virgules dans la suite, il leur demande « *les virgules, ça correspond à quoi comme opération ?* » puis « *décaler la virgule vers la droite, ça correspond à quoi comme opération ?* » une élève suggère une division, mais il dit non, on ne fait que des multiplications. Puis il leur fait dire que la multiplication par 10 sert à décaler vers la droite et par 0,1 vers la gauche.

Il efface ensuite A, B et C, puis dit que pour D et E, « *c'est pareil puisqu'il n'y a pas de virgule* » (la différence avec les calculs précédents est qu'il faut décomposer les deux facteurs, mais il semble considérer que ce n'est pas une difficulté supplémentaire : notons que cette difficulté ne fait pas partie de ce qu'il souhaite travailler dans cet exercice). Puis il demande « *qui veut une information pour F ?* » La difficulté dans ce calcul est posée par la présence du facteur 0,253 ; il dit : « *0,253 c'est 253 fois quoi ?* » un élève finit par dire 0,001 (après avoir dit 12).

M. Marc corrige ensuite au tableau le calcul D en interrogeant un élève, mais toujours uniquement sur des résultats intermédiaires : par exemple, à l'élève qui est interrogé et qui trouve 3036×10 , il demande : « *et ça fait 30 mille ...* » l'élève n'a qu'à répondre « *360* », et n'a pas à se poser la question de l'ordre de grandeur du nombre.

Puis, comme la sonnerie a retenti, il dit « *on va faire le F ensemble pour vous aider pour demain. La méthode est toujours la même, il faut tout le temps qu'on fasse apparaître quoi ? Quelle opération ?* » une élève répond, puis il écrit le calcul.

Une élève suggère de faire 3036×12 puis de mettre ensuite la virgule où il faut (rappelons que la technique de multiplication d'un entier par un non entier a été apprise au primaire), mais le professeur dit « *non, pour l'instant je veux que vous décomposiez, on verra une tactique plus tard* ».

Un élève demande si le plus important est le résultat ou la décomposition, il dit « *les 2, je veux que vous trouviez une méthode simple* » (notons que cette remarque est très floue, d'autant qu'il vient de refuser qu'ils utilisent celle du primaire).

Un autre élève a décomposé 12 en $10 + 2$: il lui demande si après il sait faire, l'élève dit oui, mais M. Marc dit « *non, on ne sait pas faire, on n'a fait que des multiplications* » (à nouveau, on peut remarquer que cette remarque est difficilement compréhensible pour les élèves : ils ont fait des additions dans un autre chapitre, mais ce « raccourci » peut être motivé par le manque de temps pour développer l'argumentation).

Les élèves ont ensuite à terminer les calculs pour la séance suivante.

L'activité des élèves pendant cette séance peut être résumée ainsi : ils ont recopié le calcul A, (ceux qui ont participé ont répondu à des questions simples et isolées), puis ils ont fait le B et C en autonomie (les adaptations par rapport au calcul A étaient minimales) ou

recopié la correction. A la première difficulté, le professeur a pris le travail à sa charge (par exemple la décomposition de 0,253) et même en anticipant (pour le calcul F).

D'autre part, on peut remarquer que M. Marc a beaucoup insisté sur la forme, la présentation et le respect de la consigne, plus que sur le fond. Il cherche à leur faire tout expliciter (toutes les étapes, tous les détails) et à ralentir les élèves qui travaillent vite pour que tout le monde aille au même rythme, mais donne aussi des indications sur la suite pour que les élèves qui ont avancé aient quand même quelque chose à faire en attendant les autres.

ii) la deuxième séance

A la séance suivante, M. Marc corrige les derniers calculs : E, F, G, H, I. Il rappelle la consigne, et les explications supplémentaires. Il est au tableau et corrige en interrogeant pour chaque calcul un élève qui a su faire. Il cherche manifestement à aller vite, « *Il faut faire apparaître 253, 2530 c'est 10 fois quoi ?* » (!) un élève répond même 10 (la question qu'il aurait pu poser était plutôt 2530, c'est 253 fois quoi ?) puis « *1200, c'est 12 fois quoi ?* », et enfin : « *est-ce qu'on a tout recopié ?* »

C'est lui qui cite les règles qui sont utilisées, (pour multiplier par 0,1, on décale la virgule d'un rang vers la gauche...) et il fait beaucoup de commentaires sur la forme, en particulier le fait qu'il faut tout réécrire à chaque ligne. A nouveau, il justifie cette exigence par la présentation, par le fait qu'il faut pouvoir voir ce que les élèves ont fait, mais pas par un argument de type mathématique sur la signification du signe égal. Il interroge les élèves sur leurs erreurs, mais celles qu'ils citent sont principalement liées à l'écriture.

Il décide ensuite (probablement pour gagner du temps), d'envoyer au tableau trois élèves en même temps pour corriger les calculs G, H et I. Les autres élèves ont pour consigne de se taire, et d'attendre qu'ils aient terminé pour commenter. M. Marc reprend ensuite chaque calcul en citant les règles utilisées et en demandant aux élèves qui ont écrit au tableau d'expliquer toutes les étapes, puis il fait des commentaires à nouveau sur la forme. Il ne fera en revanche aucune remarque sur le fait que le calcul I est différent des autres dans la mesure où il implique deux facteurs non entiers. Une élève dit qu'elle n'a pas procédé ainsi pour le dernier calcul : elle a écrit directement que $2,53 \times 1,2$ était égal à $253 \times 12 \times 0,001$. M. Marc dit que c'est exactement là où il voulait les amener, et déclare : « *l'intérêt, c'est de trouver à partir de tout ça des méthodes pour aller plus vite.* » La sonnerie retentit, et il explique, à partir de ce qu'a fait l'élève, qu'il faudra multiplier le résultat entier en comptant les chiffres après la virgule dans les facteurs : « *tu comptes le nombre de chiffres après la virgule en tout, on en a trois, donc le résultat aussi.* »

Les élèves ont comme devoir pour la fois suivante de « *rédiger un texte pour expliquer tout ça* » (tâche 12)

Notons que, pendant toute la séance, les élèves n'ont fait qu'écouter la correction et la recopier, éventuellement commenter. Les trois qui étaient au tableau ont recopié le calcul de leur cahier.

iii) la troisième séance

A la troisième séance, M. Marc commence par prendre 12 minutes pour rappeler ce qui a été fait la dernière fois et leur en demander le but : c'est là que l'on voit que les élèves n'ont pas compris le but de l'exercice, car certains disent « *on a calculé* », « *on a décomposé* », « *on a fait des calculs de tête* ». M. Marc confirmera toutefois qu'ils ont multiplié mentalement, puis leur demandera ce qu'il voulait qu'ils travaillent avec cet exercice : « *la méthode de décomposition* », « *le calcul de tête* », « *utiliser une information qu'on nous donnait* ». Il s'agit effectivement de compétences travaillées dans cet exercice,

mais on peut supposer qu'il ne s'agit pas là de la réponse qu'attend M. Marc. Il reprend alors le dernier calcul en mettant les différentes méthodes de calcul, dont la dernière, qui approchait la règle de la virgule, en la résumant ainsi : « *On compte les chiffres après la virgule : 3 donc 0,001, car il a aussi trois chiffres après la virgule* ». M. Marc déclare ensuite : « *On essaie de trouver une méthode plus rapide maintenant que vous avez bien compris* ». Il explique la méthode utilisant la règle de la virgule et leur demande laquelle est la plus intéressante : un élève dit « *la dernière* », puis M. Marc fait lire les textes des élèves en interrogeant plutôt de bons élèves :

«E : on décompose astucieusement

M : Est-ce que tu crois qu'un élève qui n'aurait jamais multiplié des nombres décimaux saurait faire avec ça ?

E2 : Faire l'opération sans virgule puis reporter les virgules à la fin »

Il se saisit de cette réponse, écrit le début au tableau, et interroge les élèves en prenant dans chaque texte ce qui le fait avancer pour formuler la règle. Il essaie vraiment de faire en sorte que ce soit les élèves qui formulent, mais en interrogeant principalement des bons élèves.

On peut noter qu'il y a une certaine ambiguïté sur ce sur quoi devait porter le texte (par exemple, un élève a écrit une phrase pour expliquer comment décomposer avec des puissances de 10), donc on peut supposer que certains élèves ne savent pas très bien de quoi il est question. Certains - 2 ou 3 élèves - participent, essaient de formuler. Tous ont finalement à recopier la règle, puis à faire l'application (tâche 13 a.). Comme le temps manque (la sonnerie retentit alors que la plupart des élèves sont encore en train de recopier la règle, c'est lui qui donne au tableau la méthode pour le calcul à faire (en interrogeant les élèves, mais sur des tâches simples et isolées : « *combien il y a de chiffres après la virgule* »...) et les élèves recopient ce qui est écrit au tableau : « *il faut calculer sans les virgules 35×16 et mettre deux chiffres après la virgule au résultat* ». Ils ont à faire pour la séance suivante les 3 calculs de la tâche 13 a.

f) Application : technique opératoire de calcul de produits de deux non entiers (tâche 13)

A nouveau, les tâches 13 a. et b. ne sont que corrigées en classe. Les tâches sont similaires (rappelons qu'il s'agit de calculer un produit de deux non entiers), et le déroulement est similaire également. En particulier, on n'observe pas d'évolution dans ce que le professeur prend à sa charge ou laisse au contraire faire aux élèves : pour chaque calcul, il commence par demander à un élève comment il faut s'y prendre, quel calcul il faut poser (sans les virgules), puis demande à l'élève de le poser au tableau. Il lui demande ensuite le nombre de chiffres placés après la virgule, et lui fait écrire le calcul en ligne, en rétablissant la virgule. Systématiquement, les remarques portent sur la forme, et M. Marc est très directif. Notons qu'il ne fait pas non plus de remarques sur les difficultés particulières posées par certains calculs (zéros intermédiaires ou facteur dont la partie entière est 0). Il élude en général ces difficultés, soit grâce au fait que l'élève qui corrige au tableau n'est pas gêné, soit en les prenant à sa charge, mais sans les pointer. Enfin, on peut remarquer que certains élèves, notamment dans les premiers calculs, écrivent encore les facteurs de type 0,1, 0,01 ... M. Marc leur dira que c'est très bien, mais qu'il ne le leur demande plus, sans revenir sur la logique de découverte (dans la tâche 11) puis de mise en œuvre de la règle (tâche 13) qui semble leur échapper.

g) Le cas des problèmes

Pour ce qui est des problèmes, seuls deux ont été traités en classe : la tâche 8 (problème où il manque une donnée, commencé en classe et terminé à la maison), et la tâche 10 (problème de l'immeuble, faisant intervenir un produit de trois entiers).

i) Un problème incomplet (tâche 8) : réflexion sur le contrat didactique

La tâche 8 est traitée en demi-groupes. Dans le premier groupe, M. Marc demande aux élèves de lire le problème seuls. Très vite – moins d'une minute –, beaucoup de mains se lèvent, et les réflexions fusent : « *le problème est faux* », « *on ne peut pas le faire* », « *il manque quelque chose* ». M. Marc se saisit de cette dernière réponse et demande : « *Qui pense qu'il ne manque rien ?* » A un élève qui lève la main, il lui répond : « *et comment tu le ferais ?* » l'élève hésite, et M. Marc ajoute quelques secondes après « *tu vois bien qu'on ne peut pas le faire comme ça* ». Il explique ensuite que « *ce n'est pas parce qu'on donne un problème qu'il y a forcément une solution. Le problème, c'est que quand on vous donne un problème, avec des nombres, vous faites quelque chose, une opération, sans vous soucier de ce qu'on veut calculer* ». Puis il demande aux élèves de rédiger pour le lendemain la donnée qui manque pour résoudre le problème et de le résoudre.

Dans le groupe 2, M. Marc a plus de temps (dans le groupe 1, il a passé un long moment sur la technique opératoire pour une élève qui était absente au cours précédent), et commence par demander aux élèves de lire l'énoncé. Au bout d'une à deux minutes, M. Marc entame une discussion collective qui dure 7 minutes ; il demande à un élève de lire à haute voix, puis, dès la fin de la lecture, il lui demande :

M : Que penses-tu ? As-tu une solution ? D'après toi, est-ce que tu peux répondre à la question ? Est-ce que tu sais combien d'argent il va recevoir ?

E : on ne sait pas.

M : Qui pense qu'on peut savoir ?

E2 : 64 euros

M : vous n'écrivez pas, on discute

E2 : on a 32 cageots et 2 euros le kilo

M : Et qu'est-ce qu'on a ? On n'a pas 32 kg de pommes ? Comment on peut faire pour résoudre ?

E3 : il faut connaître le prix d'un cageot.

M : le problème qu'est-ce qu'il a ?

E3 : il manque des informations.

M : Il manque des informations dans le problème. [il leur fait écrire cette phrase dans le cahier] Qu'est-ce qu'on aurait besoin de savoir pour résoudre ? »

Il leur fait ensuite imaginer qu'ils vont voir le vendeur, et leur demande quelle question ils pourraient lui poser. Il leur laisse alors une minute pour écrire la question qu'ils poseraient puis leur fait lire à haute voix : « *combien y a-t-il de pommes dans un cageot ?* », « *combien pèse une pomme ?* » (s'ensuit une discussion sur le fait que les pommes ne pèsent pas toutes le même poids, mais que les cageots eux, pèsent le même poids). Yacine, lui, a demandé « *combien ça coûte ?* », et un autre « *combien coûte un cageot ?* ». Cette nouvelle phase collective a duré 6 minutes, mais M. Marc n'a pas vraiment commenté les phrases, en particulier il n'a fait aucune remarque sur le fait qu'elles permettent de faire le problème ou non, mais demande aux élèves de terminer en ajoutant la donnée qui manque et en résolvant pour le lendemain.

Le lendemain (en classe entière), M. Marc commence par rappeler qu'on ne pouvait pas résoudre le problème, et qu'il fallait rajouter une donnée. Il interroge une élève qui a ajouté le fait qu'un cageot pèse 20 kilos puis a résolu correctement. Un élève, lui, demande si

le vendeur a tout vendu, et M. Marc répond par « *si on te donne un problème, c'est quand même que tu peux le résoudre* », puis passe à autre chose. La correction a duré 9 minutes.

ii) Un problème (tâche 10) fait en classe

Quant à la tâche 10, elle est faite en classe à l'avant-dernière séance. M. Marc commence par demander aux élèves de retrouver la fiche d'exercices donnée en début de chapitre, et de lire l'énoncé. Au bout d'une minute, il demande à un élève de lire, mais, s'apercevant que personne n'est prêt (certains cherchent encore la feuille, d'autres ont déjà commencé à faire l'exercice), il renonce, et leur demande de faire seuls. Cette phase durera 7 minutes, mais la classe est très bruyante, et M. Marc fait de nombreuses remarques visant à enrôler les élèves qui ne sont pas au travail ; dans le même temps, les élèves qui ont terminé ont à faire d'autres exercices (les tâches 16, 17, puis 15). Au bout des 7 minutes, M. Marc demande à un élève de lire l'énoncé. Il l'interrompt à chaque phrase pour répéter les données. L'élève propose ensuite sa solution :

E : on fait 6×7 , 42

M : tu calcules quoi ?

E : euh... les étages... dans l'immeuble

M : dans tous les immeubles

E : oui

M : D'accord

E : et après 42×4 , ça fait 168 » [la sonnerie retentit, mais il leur demande de rester à leur place jusqu'à ce qu'il ait terminé]

M. Marc écrit alors au tableau les calculs proposés, en demandant chaque fois une phrase explicative. Il demande ensuite si les élèves ont fait d'autres calculs. L'un a écrit $6 \times 7 \times 4$, et M. Marc dit oui ; un autre suggère alors 6×4 , mais M. Marc lui répond : « *quand tu fais 6×4 , tu peux pas mettre de phrase. Une fois que tu as mis l'opération, je suis d'accord que tu vas avoir envie de faire plein de choses, mais au début, tu ne vas pas penser à 6×4 , vu que ça n'a pas trop de sens* ». Notons qu'une fois encore, les élèves interrogés ont proposé directement une multiplication et que, de fait, la question délicate du type d'opération à effectuer – et donc de la reconnaissance de la situation multiplicative – n'est pas posée.

iii) Des problèmes traités à la maison et corrigés en classe (tâches 9, 16 et 17)

Les déroulements des tâches 9, 16 et 17 sont relativement similaires. Les trois sont des problèmes, et ont été faits à la maison : seule la correction a lieu en classe. La tâche 9 met en jeu le produit d'un nombre entier par un non entier, la tâche 16 celui de deux non entiers, et la tâche 17 celui de deux entiers et deux non entiers. Comme il s'agit de la correction d'un exercice fait à la maison, M. Marc interroge un élève en lui demandant quelle opération il a faite, puis lui fait poser au tableau, en insistant sur la forme et prenant beaucoup à sa charge, du point de vue de la technique de calcul, et de la présentation. Pour chaque problème, l'opération donnée par l'élève interrogé est juste, et il n'y a donc aucun travail fait sur la reconnaissance de la situation multiplicative. Une fois l'opération posée et la conclusion rédigée sous la dictée de M. Marc par l'élève qui est au tableau, l'enseignant interroge les autres élèves sur leurs erreurs, mais toutes les questions et erreurs citées portent sur la technique opératoire.

Les remarques de M. Marc portent essentiellement, pendant ces corrections, sur la forme et sur la technique opératoire. Il prend également beaucoup de ce travail à sa charge.

Dans la tâche 9 par exemple, il fait la multiplication à la place de l'élève, ne lui demandant que les résultats des tables de multiplication et de l'addition des retenues. Voici un extrait³⁴ :

« M : 5×5 ?

E : 25

M : +3 ?

E : 28

[...]

M : *on redécale de 2 [...]* »

On peut noter à propos de cet extrait qu'il n'est même pas fait mention du signe égal : la question est implicite, mais l'élève répond automatiquement, il s'agit presque d'un rituel.

M. Marc termine en faisant même l'addition à haute voix en même temps que l'élève l'écrit au tableau.

Dans la tâche 17 toutefois, qui est un peu plus compliquée que les précédentes dans la mesure où le produit fait intervenir 4 facteurs, M. Marc demande à l'élève au tableau de rédiger une phrase après chaque calcul pour expliquer ce qu'il a calculé. L'élève hésitant sur un calcul, il lui dit : « *imagine tes 288 flacons alignés et chacun fait 0,18 L, qu'est-ce que tu calcules quand tu fais $288 \times 0,18$?* » puis il l'aide à formuler la phrase. L'élève réussissant les calculs et à énoncer les phrases, M. Marc ne fait pas de commentaires particuliers, et, à la fin, lorsqu'il demande aux élèves quelles sont leurs erreurs - en leur disant qu'il faut absolument qu'ils les trouvent -, toutes les remarques portent à nouveau sur les résultats numériques ou sur la rédaction. Or on peut supposer que tout n'est pas clair pour certains élèves, notamment sur l'identification des situations multiplicatives, ou tout simplement sur l'énoncé de l'exercice. Une élève dit par exemple à la fin : « *C'est le prix de tous les détachants, pas du détachant* ». Quant à la technique opératoire, certains élèves n'ont manifestement pas tout assimilé. Par exemple, lors de la correction de la tâche 17 - la dernière du chapitre -, alors qu'une élève est au tableau pour corriger et qu'elle doit calculer le produit $288 \times 0,18$, M. Marc lui fait poser l'opération sans les virgules, puis lui demande de rétablir la virgule en écrivant le résultat en ligne. Devant les difficultés de l'élève, il lui demande combien il y a de chiffres après la virgule, et l'élève répond 5.

De la même façon, dans la tâche 16, Yacine s'étant trompé dans le calcul, M. Marc le reprend avec lui et s'aperçoit que l'erreur faite est de compter les chiffres à partir de la gauche au lieu de la droite pour replacer la virgule (rappelons que l'on est à la treizième et dernière séance).

On peut enfin noter, à propos de la tâche 17, qu'à la séance précédente, une élève qui avait terminé les exercices précédents l'avait entamée, et avait demandé en aparté à M. Marc si elle pouvait diviser le prix du litre de détachant par 100 pour trouver le prix d'un centilitre, puis re-multiplier par 18, mais celui-ci lui avait dit qu'elle n'en avait pas besoin et devait faire autrement.

h) Un bilan des déroulements et quelques commentaires globaux

L'ensemble du déroulement des séances a été résumé dans le tableau ci-dessous. Les nombres indiqués sont les durées des épisodes, exprimés en minutes.

L'ordre des séances a été respecté (chaque ligne du tableau correspond à une séance), mais la chronologie à l'intérieur de chaque séquence ne l'est pas, puisque les épisodes sont classés en fonction de la forme d'activité dominante.

Au total, 14 séances ont été enregistrées, mais suite au jeu des demi-groupes, chaque élève aura suivi 13 séances. (on peut exclure environ 25 minutes qui ont été consacrées à des corrections d'exercices du chapitre précédent portant sur de la géométrie).

Chaque séance dure dans cet établissement 50 ou 55 minutes selon l'heure de la journée, mais les élèves étant parfois en retard et l'enseignant ayant parfois interrompu l'enregistrement avant de donner les devoirs, le temps enregistré par séance varie entre 37 et 51 minutes. La proportion du temps consacrée à telle ou telle activité est donc calculée sur la base du temps enregistré et non sur celle de la durée théorique d'une séance.

date	classe	Temps enregistré	Elève autonome	Phase collective		Cours	Gestion classe	Calcul mental
				réflexion E.D. corrections de travaux faits en classe	Corrections de travaux faits à la maison			
28/01 1	entière	50	3 (tâche 1, coller, lire, réfléchir, sans écrire) + 1 (2 ^e question)	34 (résolution tâche 1 : E.D.)	7 (correction de géométrie)		5	
29/01 2	entière	48	3 (tâche 2, coller, lire, commencer à faire sur le cahier)	11 (rappel du problème 1 et bilan) + 5 (discussion vocabulaire) + 20 (tâche 2 : E.D.)		7 (I Définition et propriétés 1. vocabulaire)	2	
29/01 3	Groupe 1	51		7 (élaboration collective des propriétés sur des exemples)	17 (géométrie)	22 (2. propriétés)	4	
30/01 4	entière	51		2 (correction calcul mental)	17 (tâche 3 : exercice de vocabulaire)	23 (II multiplication par un entier)	5	2
4/02 5	Entière	Contrôle + 27			25 (tâche 4 : grouper astucieusement)		2	
5/02 6	Groupe 1	42	10 (tâche 7 : autocorrection avec fiche de correction) +12 (1+6+1+1+3) (tâche 11 : coller lire, travail technique)	20 (tâche 11 : travail collectif E.D., corrections)				
6/02 7	entière	38		3 (élaboration règle de la virgule)	35 (correction tâche 11, début fait en classe séance précédente)			

date	classe	Temps enregistré	Elève autonome	Phase collective		cours	Gestion classe	Calcul mental	
				réflexion E.D. corrections de travaux faits en classe	Corrections de travaux faits à la maison				
9/02 8	entière	Gestion PP + 32	3 (recopiage)	12 (rappels de ce qui a été fait la dernière fois) + 14 (formulation collective de la règle) + 2 (méthode pour le 13 a.)					
11/02 9	entière	40		14 (discussion sur « la multiplication agrandit »)	24 (tâche 13 a.)				
12/02 10	Groupe 1	37	3 (lecture tâche 8 et réflexion)	12 (une élève absente la fois précédente pose une multiplication au tableau) + 2 (discussion tâche 8)	22 (tâche 13 b.)				
12/02 10 bis	Groupe 2	40	3 (lecture tâche 8 et réflexion) + 1 (élaboration question)	15 (discussion sur tâche 8 + discussion nouvelle question)	24 (tâche 13 b.)				
13/02 11	entière	44	Copiage leçon		9 (tâche 8)	35 (III multi par 10 ... 0,1... puis IV multi de deux décimaux)			
1/03 12	entière	47	7 (tâche 10)	8 (correction tâche 10) + 9 (correction calcul mental)	16 (tâche 9)		2	4	
3/03 13	entière	44		9 (correction calcul mental)	28 (tâches 15, 16 et 17)		3	4	
Total des temps		Total : 14 Elève : 13	588	56 (9%) + copiage	178 (30%) dont 88 de corrections ou d'E.D.	234 (39%)	87 (15%)	23 (4%)	10 (2%) (3 séries)

Ce tableau permet de faire quelques remarques globales.

Notons tout d'abord que le nombre de séances qu'a consacré M. Marc à ce chapitre est très nettement supérieur à « *la durée raisonnable pour enseigner la multiplication des décimaux en classe de sixième* » qui est d'après E. Roditi « *de quatre à six heures* ». Les quatre enseignants étudiés dans sa thèse avaient consacré en moyenne 3 H 40 à ce chapitre. Même en comparant au temps enregistré, correspondant au temps de travail effectif (c'est-à-dire en excluant les retards des élèves en début de séances ...), on obtient un rapport de plus de deux et demi.

On observe également que le temps où les élèves sont en autonomie est extrêmement réduit : 56 minutes sur 588 enregistrées, soit 9 % du temps.

Sur ces 56 minutes, environ 20 ont été consacrées à un travail mathématique : 12 minutes de travail technique pour la tâche 11, et 7 minutes la tâche 10 ; pendant ces épisodes en revanche, M. Marc circule sans cesse dans la classe en prodiguant éventuellement des conseils individuels : les élèves ne sont donc pas laissés complètement seuls face à un travail. Il arrive même souvent qu'il continue d'intervenir à haute voix : ses remarques servent alors soit à enrôler les élèves qui semblent peu concentrés, soit à donner des indications ou des conseils, soit à demander à ceux qui ont terminé le travail d'attendre. Il interrompt parfois le travail des élèves pour faire une remarque ou donner une aide.

10 minutes ont également été consacrées à la sixième séance pour l'autocorrection des multiplications posées.

Le reste est constitué de périodes de 3 minutes environ, à chaque fois que l'enseignant distribue un énoncé, et pendant lesquelles la consigne est de « *coller, lire et réfléchir* », avec parfois interdiction d'écrire, et de périodes où les élèves doivent recopier ce qui est écrit au tableau (corrections, cours...).

On peut ajouter à cela les séries de calcul mental, puisque, même si l'enseignant intervient pour donner les calculs, le travail de recherche du résultat est individuel. Toutefois, il s'agit de séquences où l'enseignant « garde la main », c'est-à-dire où il maîtrise quasiment totalement l'activité des élèves – du moins l'activité apparente.

Les 89 % restants du temps total sont donc des phases où les élèves ne sont pas autonomes. On a distingué les séquences de cours (15 % du temps), les interventions liées à la discipline (4 %), et les phases collectives, partagées entre les épisodes de correction d'exercices faits à la maison (39 %) et les épisodes de travail collectif, notamment sous forme d'exercice dialogué (30 %). Notons que, concernant les interventions liées à la discipline, elle n'ont été comptabilisées que si l'épisode dépasse une minute, mais ce type de remarques est quasiment constant (M. Marc s'interrompt souvent, parfois même au milieu d'une phrase pour reprendre un élève qui parle, qui regarde dehors, qui fait du bruit ou qui est mal assis).

On remarque principalement que le temps occupé par les corrections est très important, mais on observe ici un phénomène de « cercle vicieux » : après avoir corrigé les exercices qui étaient à faire à la maison, et avoir fait soit une série de calcul mental, soit une séance de cours, M. Marc manque en général de temps pour faire un exercice : il le donne donc souvent à faire à la maison, ce qui engendre à nouveau beaucoup de corrections pour la séance suivante etc. D'où le temps très limité consacré à un véritable travail des élèves en classe. Ce que les élèves ont donc principalement à faire est écouter ce que disent le professeur ou les autres élèves, en participant s'ils le souhaitent (M. Marc interroge très peu les élèves qui ne lèvent pas le doigt) et recopier ce qui est écrit au tableau (durant les phases de corrections, de cours et parfois aussi de travail collectif).

D'autre part, les phases collectives autres que les corrections de travaux faits à la maison sont toutes réalisées sur le mode exercice dialogué. Rappelons qu'on avait défini ce mode par : forme de travail où l'enseignant dirige la résolution de l'exercice en faisant participer les élèves, mais on observe à l'étude des déroulements qu'il s'agit en réalité d'une forme de travail où l'enseignant prend quasiment toute l'activité mathématique à sa charge, ne faisant participer les élèves que sur des tâches simples et isolées.

Enfin, les séances de cours sont très proches de ce qui avait été écrit par M. Marc avant le début du chapitre. Lors du déroulement de ces épisodes, M. Marc garde la main en permanence, mais en interrogeant tout le temps des élèves sur des tâches simples et isolées (par exemple les tables de multiplication comme on l'a vu, lorsqu'il pose une opération dans un exemple...)

C. Une synthèse sur les pratiques de l'enseignant sur le chapitre

Analysons maintenant plus en profondeur le déroulement, compte tenu des 17 tâches proposées et des analyses précédentes. Un certain nombre d'axes seront privilégiés. Tout d'abord, l'activité du professeur : les actions de M. Marc en classe ont été décrites dans la partie précédente, mais on s'attachera ici à analyser quels sont les choix faits au cours du déroulement et, dans la mesure du possible, quelles sont les raisons – conscientes ou non³⁵ – de ces choix (&1). D'autre part, les activités effectives des élèves ont été mises en évidence dans le déroulement, et on analysera ici notamment les épisodes où les élèves travaillent en autonomie (&2). Certes, comme on l'a dit précédemment, activité et passivité ne sont pas nécessairement en rapport direct avec les apprentissages, mais on admettra, en s'appuyant sur certains travaux³⁶ de psychologie cognitive, qu'il est a priori nécessaire que l'élève mette en fonctionnement lui-même un certain nombre de savoirs et de savoir-faire pour en assurer l'apprentissage. La notion de contrat nous paraissant également importante et a priori susceptible de mettre en valeur certaines différences entre classes ordinaires et ZEP, une partie lui sera consacrée (&3). La variable *temps* jouant manifestement un rôle essentiel dans les prises de décisions de M. Marc, (il l'évoque lui-même dans l'entretien préalable et il répète très souvent en classe – plusieurs fois par séance – « vite, vite », ou « allez, il faut qu'on avance »), une partie de cette analyse aura trait à ce sujet (&4). Enfin, nous nous interrogerons sur la nature et la quantité des travaux effectués en classe ou délégués à la maison (&5) : le travail à la maison concerne-t-il des connaissances nouvelles ? S'agit-il uniquement d'exercices d'entraînement portant sur des techniques vues en classe ? De quelle manière l'enseignant prend-il en compte le travail effectué à la maison dans la classe ?

Nous pourrions être amenés à citer plusieurs fois certains arguments qui participent à plusieurs axes.

1. Activité(s) de l'enseignant : une omniprésence, beaucoup d'animation, et une gestion très dirigiste et explicite

La double approche développée par A. Robert et J. Rogalski³⁷ met en évidence un certain nombre de contraintes qui pèsent sur l'enseignant dans l'exercice de son métier. Nous nous apercevons à travers la description du déroulement, et comme l'ont déjà constaté nombre de didacticiens, que le rôle de l'enseignant est en effet complexe et implique un nombre considérable de décisions et de choix à faire. Ils apparaissent comme autant d'obligations de concilier ces différentes contraintes, tant en dehors de la classe (élaboration de la stratégie d'enseignement, choix des contenus, des tâches, des modes de travail...), qu'en classe (animation du scénario, gestion du temps et de la classe...). En particulier, faire apprendre un contenu à des élèves n'est pas son seul objectif, et l'activité de l'enseignant est multiple.

a. Animation de la classe : M. Marc organise presque toujours quelque chose à l'oral

On peut noter tout d'abord à propos de M. Marc qu'une de ses activités dominantes est l'animation de la classe : en particulier, nous avons remarqué qu'il parle ou fait parler les

³⁵ il est évident que les raisons inconscientes de ces choix sont hors de notre portée, et nous ne prétendons pas les exposer, mais on peut toutefois faire certaines hypothèses.

³⁶ Vergnaud, Vygotski, Piaget

³⁷ ROBERT et ROGALSKI (2002)

élèves en permanence (les temps de silence sont quasiment inexistants et n'excèdent jamais une minute). Beaucoup de ses interventions sont liées à l'enrôlement des élèves ou au contraire au freinage des élèves trop rapides (il dit par exemple lors du déroulement de la tâche 1 à un élève qui lève la main très vite : « *tu n'as pas assez réfléchi* » ou encore « *il faut attendre que les autres aient fini de réfléchir* »). Il essaie ainsi de gérer l'hétérogénéité dans la vitesse de travail des différents élèves : certains ont déjà fini l'exercice quand d'autres sont en train de lire l'énoncé.

On constate également que M. Marc fait en sorte que les élèves aient tout le temps quelque chose à faire et qu'il évite les temps d'autonomie : par exemple, les temps de recherche qu'il laisse lors de la résolution d'un exercice sont souvent très courts, avant de reprendre la main pour une résolution collective. Il est arrivé pendant l'avant-dernière séance qu'il laisse un temps de recherche un peu plus long : sur la tâche 10, il fait lire l'énoncé par les élèves, et veut demander au bout d'environ 1 minute à un élève de le lire pour la classe, comme à son habitude, mais il s'aperçoit que beaucoup sont encore en train de chercher la feuille alors que d'autres ont terminé l'exercice et il renonce, laissant chacun travailler à son rythme ; il donnera alors des exercices supplémentaires à faire à ceux qui travaillent rapidement.

M. Marc cherche également beaucoup à rassurer, valoriser les élèves - surtout ceux qui sont en difficultés : par exemple, il interroge Yacine dès qu'il le peut quand il pense que la question qu'il pose n'est pas trop difficile pour lui. De même, dans la tâche 3, lorsque certains élèves ont fait une phrase fausse, il valorise le fait qu'ils aient respecté la consigne, plutôt que de mettre l'accent sur le fait que la phrase est incorrecte ; lors du déroulement de cette même tâche, il dit aussi à Yacine, qui avait compris que 25,100 était un seul nombre et qui a écrit que « *le produit de 25,100 par 4 est 100,100* » il dit « *ta phrase n'est pas fausse, c'est ta multiplication qui est fausse* », insistant sur ce qu'il peut trouver de positif, même si l'erreur de calcul faite révèle une incompréhension importante - indépendante de la consigne - de la multiplication et des nombres décimaux.

b. Gestion des activités mathématiques : une prise en main systématique, dirigiste, indifférenciée et sollicitante

La deuxième activité principale de M. Marc, qui fait également partie de l'animation de la classe, est l'organisation du travail mathématique proprement dit. M. Marc procède quasiment toujours de la même façon lors du déroulement d'une tâche : il donne l'énoncé aux élèves et leur demande de lire et de réfléchir, parfois en leur demandant de ne pas le faire, parfois en leur demandant de commencer à le faire ; puis, au bout d'une à trois minutes, il demande à un élève de lire l'énoncé pour toute la classe. Dès la fin de la lecture, il prend le travail en main, reformule l'énoncé lui-même ou pose des questions intermédiaires relativement fermées sur les données, en interrogeant les élèves qui lèvent la main (même s'ils lèvent souvent la main plutôt pour donner la solution). Il demande ensuite aux élèves comment il faut s'y prendre, par quoi il faut commencer, et souvent il découpe lui-même directement la tâche en sous-tâches. On retrouve ici ce qu'A. Robert³⁸ nomme la « *prise en main précise et quasi-immédiate de l'activité des élèves* », souvent constatée en classe ordinaire, et qu'elle attribue, entre autres, à la volonté de faire apprendre aux élèves rapidement à se servir d'une nouvelles notion. Même s'il ne s'agit pas toujours pour M. Marc

³⁸ ROBERT (2003)

d'exercices où il est question d'une nouvelle notion (on observe par exemple ce comportement sur les deux premiers problèmes, qui ne mobilisent que des connaissances anciennes), il semble en tout cas s'agir toujours pour lui d'une question de temps. Tout se passe comme si, en prenant tout de suite en main le travail plutôt qu'en laissant chercher les élèves, il espérait gagner du temps, ou au moins permettre que toute la classe avance au même rythme. Il dit même lors de la résolution de la deuxième question de la tâche 1, question qui sert a priori aux élèves à mobiliser la multiplication puisque les nombres sont plus grands que pour la première question : « *c'est le même problème que le premier, il faut qu'on avance* » et donne presque directement la solution. De la même façon, on a observé que non seulement, M. Marc prend en charge le travail dès le début, mais il garde souvent la main tout au long de la résolution des exercices, cherchant a priori ainsi également à gagner du temps et à faire avancer tous les élèves au même rythme. En effet, toutes les tâches qui sont traitées en classe, sauf la tâche 10, le sont sous forme d'exercice dialogué, de même que les corrections, quand l'élève interrogé n'a pas trouvé la bonne réponse, comme on l'a vu dans la description du déroulement : rappelons que lors des épisodes où le mode de travail est ce que l'on a appelé exercice dialogué, l'enseignant prend quasiment tout à sa charge, posant simplement des questions aux élèves sur des tâches simples et isolées.

On a observé dans la partie précédente que la plus grosse partie du travail se fait collectivement, et c'est presque toujours l'enseignant qui « a la main », c'est-à-dire qui dirige la discussion, ne posant que de petites questions aux élèves. Il arrive parfois lors de la correction d'un exercice qu'il laisse un élève expliquer son calcul ou écrire au tableau, mais il intervient tout de même beaucoup, et reprend la main à la moindre hésitation ou lorsqu'il considère que l'élève ne va pas assez vite. « Garder la main » lui sert manifestement souvent à aller gagner du temps, mais aussi à ralentir les élèves qui vont plus vite ; par exemple dans la tâche 1, pour la deuxième question, après la lecture de l'énoncé, alors qu'un élève a trouvé la réponse et veut la donner, M. Marc refuse qu'il la dise et lui pose d'abord plusieurs questions sur les données, essayant certainement de faire en sorte que tous les élèves cherchent, plutôt qu'un élève donne la réponse directement. On pourrait évoquer une gestion largement indifférenciée de l'hétérogénéité.

M. Marc semble enfin estimer que, comme les phases de travail sont principalement collectives, il faut que les élèves participent pour qu'il y ait un travail de leur part. C'est peut-être pour lui une manière de « compenser » le fait qu'il ne laisse pas beaucoup de temps pour la recherche individuelle. Il fait donc beaucoup participer les élèves, mais en les sollicitant sur des tâches minimales, le plus souvent simples et isolées, comme par exemple, lorsqu'il pose une multiplication et qu'il demande - soit à un élève en particulier, soit à la classe - le résultat des tables de multiplication ou de l'addition des retenues ; de même, lors de la résolution d'un problème, il interroge souvent un élève pour citer juste une donnée de l'énoncé par exemple.

c. Une grande importance accordée à la forme : des interventions métamathématiques, des répétitions et des explicitations systématiques limitées à ce qui a été fait

On peut noter que la plupart des interventions et remarques de M. Marc portent principalement sur la forme, et c'est ce qu'il valorise le plus : respect de la consigne, présentation, rédaction ... Lors de la correction de la tâche 3, alors qu'un élève a écrit une phrase qui n'a pas de sens, mais qui ressemble à celle de l'énoncé et qui a utilisé tous les nombres proposés, il dit « *c'est bien, tu as respecté la consigne, mais c'est ta multiplication*

qui est fausse », alors qu'il refusera une phrase juste mais dans laquelle l'élève n'a utilisé qu'une partie des nombres proposés. D'autre part, il justifie ces exigences - qu'il nomme rigueur - en général de façon pragmatique, ou par le contrat, mais jamais en invoquant une raison liée au contenu. Par exemple, lorsqu'il insiste pour que les élèves « réécrivent tout » d'une ligne à l'autre dans un calcul (dans la tâche 4 par exemple), c'est-à-dire que les élèves n'omettent aucun facteur à chaque étape écrite du calcul, il ne le justifie pas par le sens de l'égalité, mais par des soucis de présentation de ce que l'on fait, d'exposition des résultats compréhensible par les autres - et notamment par lui, lors du contrôle.

Du point de vue de la gestion du travail de la classe, on peut remarquer que M. Marc fait souvent des bilans d'exercices (après la tâche 1, à la deuxième séance, après la tâche 11, après la tâche 8), les faisant parfois écrire sur le cahier (par exemple, à la fin du premier problème, il fait écrire aux élèves que lorsqu'on additionne plusieurs fois un même nombre, on peut simplifier l'opération par une multiplication). Il prend également beaucoup de temps pour reprendre ce qui a été fait à la séance précédente, notamment lorsque le travail qu'il s'apprête à commencer est un prolongement de ce qui a été fait précédemment. Il prend par exemple 12 minutes pour rappeler - en faisant participer les élèves - les calculs qui ont été faits dans l'activité d'élaboration de la règle de la virgule (tâche 11, qui a occupé les deux séances précédentes) avant de travailler sur la formulation de la règle.

De même, il insiste toujours sur l'explicitation de toutes les étapes, même minimales, et de toutes les méthodes possibles, même si elles n'ont pas été proposées par les élèves (par exemple lors du déroulement de la tâche 1). Il dit même parfois que c'est cela qui est important et non le fait de trouver le résultat, au point que, lors du déroulement de la deuxième tâche, où il fait écrire aux élèves la résolution par une multiplication et la résolution par une addition, un élève demande si il faudra écrire les deux lors du contrôle.

On peut se demander s'il n'y a pas là une tentative pour garantir un minimum à ces élèves en limitant les explications au « comment faire » dans le moindre détail y compris de présentation mais en les « privant » d'explications plus générales ou d'éléments d'organisation. Tout se passe comme si on ne leur faisait pas confiance (même pour la manière d'écrire ou la présentation), donc on ne les lâche pas mais on les confine au contexte.

d. Une prise en charge quasiment intégrale du travail par l'enseignant : du début à la fin du chapitre, sur toutes les tâches, qui tend à un aplanissement voire un évitement des difficultés

Une des remarques principales que l'on peut faire à l'étude des déroulements, concernant la façon dont M. Marc gère le travail en classe, est qu'il prend en fin de compte quasiment tout le travail à sa charge, comme on l'a écrit précédemment : presque tous les exercices sont résolus collectivement, quasiment aucune autonomie n'est laissée aux élèves, il prend en main systématiquement la résolution des exercices dès la fin de la lecture de l'énoncé par un élève, et même pour la résolution elle-même, il assure presque tout : le découpage en sous-tâches (souvent fait d'emblée, après la lecture de l'énoncé), l'ordre des étapes et des calculs, en partie le calcul lui-même, la présentation (c'est souvent lui qui écrit tout au tableau, et sinon, il est très directif avec celui qui écrit), et les conclusions (il lui arrive souvent de dicter les phrases de conclusion), de même que les bilans.

Il est intéressant de noter d'une part que M. Marc prend à sa charge jusqu'aux tâches techniques (multiplications posées par exemple, dans lesquelles il ne reste aux élèves qu'à

donner les résultats des tables et des ajouts de retenues), alors que les observations en classe ordinaire montrent souvent que, si le professeur prend une grande partie du travail à sa charge, c'est cette part qu'il laisse aux élèves ; et d'autre part, que le degré de prise en charge du travail par le professeur n'évolue pas au fur et à mesure des séances : en effet, on aurait pu supposer qu'il prendrait la technique de calcul à sa charge sur les premiers exercices pensant qu'elle n'est pas maîtrisée par les élèves, mais qu'il leur laisserait progressivement cette responsabilité ; or on a vu que, jusqu'à la dernière séance, c'est lui qui assure la plus grosse partie du travail, y compris technique.

Nous avons remarqué également que la maîtrise que M. Marc exerce sur les activités des élèves est encore plus marquée lorsque la tâche proposée pose une difficulté particulière, ou lorsqu'il estime lui-même que c'est difficile pour les élèves. En particulier, on peut voir dans la description du déroulement qu'il anticipe quasiment systématiquement les difficultés ou qu'il les occulte. En effet, presque toutes les difficultés particulières recensées dans l'analyse a priori des tâches proposées ont été soit pointées avant que les élèves ne les rencontrent, et une solution ou une ébauche de solution a été proposée, soit prises directement et complètement en charge par le professeur : par exemple, pour la résolution de la deuxième question de la tâche 1, après la lecture de l'énoncé, il ne laisse pas à l'élève qu'il interroge la possibilité de proposer une réponse ou un calcul, mais il lui demande directement le nombre de grosses branches – rappelons que l'identification des situations multiplicatives est une des compétences qu'il considère non acquise par la majorité des élèves, mais qu'il souhaitait travailler avec cet exercice – prenant ainsi à sa charge directement le découpage en sous-tâches simples et isolées. De même, alors que certains élèves présentent parfois des méthodes pour calculer certains produits de tête (un élève a proposé, lors de la tâche 2, de calculer 18×12 en faisant $96 + 120$, utilisant implicitement la distributivité de la multiplication sur l'addition), M. Marc leur dit qu'il vaut mieux poser, que c'est « *dangereux* » de calculer de tête. Notons que c'est d'autant plus étonnant que le calcul mental prend une place importante dans son projet, (comme dans les programmes de sixième), et que les séances de calcul mental qu'il propose ont des objectifs relativement élevés. Dans la tâche 11, l'anticipation de la difficulté causée par l'apparition de la virgule dans le calcul F est flagrante : au moment où les élèves travaillent à leur rythme, juste après la correction du calcul C, il demande « *qui veut une information pour F ?* ». L'information – la décomposition du facteur utilisant une puissance négative de 10 – est d'ailleurs donnée par lui directement. Il anticipe également, dans la tâche 8 (le problème incomplet), la difficulté posée par cet exercice dans lequel il manque une donnée, en ne demandant pas aux élèves de le faire, mais en leur posant directement la question : « *est-ce qu'[on] peut répondre à la question ?* ».

De même qu'il les anticipe, M. Marc cherche souvent à occulter ou du moins à minimiser les difficultés. Par exemple, pour la tâche 11, lorsqu'il veut faire remarquer aux élèves qu'on passe de nombres entiers à des nombres non entiers, il dit :

M : comment ça s'appelle un nombre qui n'a pas de virgule ?

E : des entiers

M : là, ce sont des décimaux, c'est-à-dire des nombres avec des virgules. »

C'est là un « raccourci » qui correspond aux représentations des élèves, et qui évite d'entrer dans les difficultés : « nombre entier = nombre sans virgule » et « nombre décimal = nombre avec virgule ». Se rendant compte peut-être qu'il n'est pas rigoureux de se limiter à cette explication, même s'il cherche probablement à faire court pour gagner du temps, il ajoute rapidement : « *ça peut être des nombres entiers, mais aussi plusieurs chiffres après la virgule.* », mais cette explication reste relativement confuse.

De la même façon, lors du calcul du produit proposé en exemple pendant la séance de cours, $189,75 \times 56$, fait par M. Marc au tableau, alors que le résultat du calcul avec les entiers est 1062600 et que le produit est donc 10626,00, soit 10626, il agit comme s'il était évident pour les élèves que $10626,00 = 10626$, et ne réécrit que ce dernier résultat ; or on sait qu'il est déroutant pour les élèves d'avoir un produit entier quand l'un des facteurs ne l'est pas.

Pour aplanir les difficultés (supposées ou réelles), on a remarqué aussi lors de la correction de la tâche 3 qu'il « algorithmise » la recherche de la solution plutôt que de faire réfléchir les élèves.

Pour terminer, on peut remarquer qu'un autre aspect souvent problématique de l'enseignement, à savoir l'articulation des connaissances nouvelles avec les anciennes, mais qui représente un enjeu majeur, est également occulté par M. Marc. En effet, même si la plupart des tâches proposées ont trait à des connaissances du primaire, donc théoriquement anciennes même si l'enseignant considère qu'une majorité des élèves ne les ont pas acquises, il ne fait aucune référence à ce qui a été vu les années précédentes. Et même, lors de la tâche 11, où les élèves sont confrontés au produit d'un entier par un non entier - cas étudié au cycle 3 -, et alors qu'une élève suggère d'utiliser la technique qu'ils connaissent, M. Marc le refuse, demandant d'utiliser la technique de l'exercice. De plus, jamais M. Marc n'établira de rapport entre ce que les élèves ont vu au cycle 3 (le fait que, quand on multiplie un nombre entier par un non entier, le produit a autant de chiffres après la virgule que le facteur non entier) et la règle de la virgule, alors que la règle du primaire n'est rien de plus qu'un cas particulier de la règle de la virgule vue en sixième. Or il peut être déroutant après pour les élèves, de ce fait, d'être confrontés au produit d'un nombre entier par un non entier : ils ne savent plus quelle règle appliquer. Par exemple, dans la tâche 17, quand M. Marc demande à l'élève interrogée combien il y a de chiffres après la virgule dans le produit $288 \times 0,18$, elle répond 5, certainement gênée par le fait que le premier facteur ne comporte pas de virgule.

Plus généralement, on observe que l'ensemble des tâches proposées porte soit sur des connaissances anciennes, soit des nouvelles, mais ne les mélange jamais et cela est amplement confirmé par les déroulements. Or, on sait combien l'absence de travail sur les liens entre les anciennes connaissances et les nouvelles est un obstacle à l'apprentissage : les connaissances s'empilent, déconnectées, au lieu de former un tout. De plus, on sait que les élèves n'aiment pas les mélanges : on retrouve une gestion qui aplanit les difficultés...

2. Une autonomie des élèves très réduite en classe

Il paraît important de s'intéresser à cette variable, dans l'étude du déroulement des séances, dans la mesure où, A. Robert³⁹ le souligne : « *apprendre résulte des activités des élèves [...] C'est en forgeant qu'on devient forgeron.* »

Or, on a vu à quel point l'autonomie des élèves était restreinte durant les séances. Elle se limite presque systématiquement à des activités telles que « *coller, lire et réfléchir*⁴⁰ », recopier ce qui est écrit au tableau ou écouter ce que dit le professeur – ou un élève – et, durant les phases collectives, à répondre à des questions portant sur des tâches simples et isolées (trouver la réponse à une question simple dans un énoncé : « combien on a de grosses branches » ou le résultat d'un calcul simple (ajouter une retenue, table de multiplication dans

³⁹ ROBERT et ROGALSKI (2002)

⁴⁰ D'une part, on a vu toute l'ambiguïté de cette consigne, et d'autre part, il n'y a jamais de temps pour réfléchir

une opération posée). Deux fois dans le déroulement, les élèves sont relativement autonomes face à une tâche mathématique : pour la tâche 11, après leur avoir montré comment faire le premier calcul, M. Marc leur laisse faire seuls les deux suivants, même s'il dispense beaucoup d'indications et d'aides diverses, et reprend la main pour les corriger et faire la suite ; pour la tâche 10 également, M. Marc a laissé les élèves travailler seuls, mais il est flagrant à l'écoute de l'enregistrement qu'il essaie à son habitude de traiter l'exercice collectivement, puis qu'il renonce car les élèves sont trop dissipés et les laisse travailler seuls à leur rythme.

On peut donc remarquer qu'en plus d'être extrêmement réduite, l'autonomie des élèves est consacrée à des tâches peu mathématiques, (sauf exception) et, lorsqu'il s'agit de mathématiques, c'est un travail technique, où il s'agit de reproduire ce qui a été montré par l'enseignant avec des adaptations minimales.

Parfois, les élèves eux-mêmes tentent de prendre une certaine autonomie, ou des initiatives, mais M. Marc les retient : par exemple, quand une élève veut utiliser la technique vue au primaire pour calculer le produit d'un décimal par un entier dans la tâche 11, ou dans la tâche 17, quand une élève veut utiliser une procédure qui s'apparente à une démarche de proportionnalité, ou qu'un élève calcule de tête, il le déconseille très vivement, voire l'interdit.

Il apparaît évident, à travers à la fois la gestion de la classe et la limitation de l'autonomie des élèves que M. Marc cherche en permanence à contrôler le plus possible les activités des élèves et du groupe classe : en ne posant que des petites questions très simples, par exemple, il est sûr que les élèves d'une part peuvent chercher, donc peuvent être actifs, et d'autre part qu'ils cherchent tous la même chose et qu'ils risquent d'y passer tous à peu près le même temps ; en travaillant quasiment tout le temps de façon collective, il s'assure également que toute la classe travaille sur la même chose, au même rythme, et qu'elle « avance » - pas forcément dans les apprentissages, mais par rapport au scénario.

Ce type de gestion évoque également la logique de réussite dont certains chercheurs⁴¹ ont montré, en primaire en ZEP, qu'elle exerce une influence non négligeable, au point parfois de prendre le pas sur la logique d'apprentissage : pour que la classe fonctionne, l'enseignant doit donner aux élèves les moyens de trouver des réponses et de participer : il faut des réussites, fréquentes et identifiables par les élèves. Le meilleur moyen d'assurer ces réussites est de proposer des tâches faciles, et très courtes.

3. Le contrat : une grande importance accordée à la forme, aussi bien en mathématiques que sur le plan plus général (cf. le souci de socialisation)

Comme nous l'avons dit en introduction de cette partie, il paraît également intéressant d'analyser le déroulement en mobilisant la notion de contrat didactique. En effet, on peut supposer qu'il existe des différences entre les contrats établis ou que l'on peut établir, en classe ordinaire et en ZEP.

⁴¹ BUTLEN, PELTIER, PEZARD in PELTIER et al., (2004)

Tout se passe comme si, dans la classe de M. Marc, le contrat implicite établi par l'enseignant n'était pas d'apprendre à réfléchir et de faire les exercices, mais surtout d'apprendre à appliquer ou respecter des règles, des consignes, de répondre à des questions précises, et de faire exactement ce qui est demandé par le professeur. Il semblerait que les élèves s'efforcent de se plier à ce contrat, par exemple lorsqu'ils cherchent à tout prix une addition, dans les tâches 1 et 2, pour répondre aux attentes de l'enseignant, et même si elle n'a pas de rapport direct avec le problème, mais qu'elle est déduite de la multiplication (par exemple quand un élève propose $18 + 18 + \dots$ dans la tâche 2). Mais on constate également que certains élèves semblent un peu déroutés par ce contrat : l'un finit par demander, quand M. Marc a donné pour consigne de lire l'énoncé de l'exercice et de réfléchir : « *mais, on va le faire ?* », un autre demande s'il faudra mentionner dans le contrôle la méthode additive en plus de la méthode multiplicative tellement le professeur insiste sur les différentes méthodes et en particulier sur l'addition.

On peut noter également, à propos de contrat didactique, que l'on retrouve des phénomènes déjà observés en classe ordinaire : les « effets de contrat », c'est-à-dire les cas où le professeur ou les élèves se servent du contrat didactique plutôt que des connaissances mathématiques : par exemple, dans la tâche 3, alors que le professeur veut que l'élève rappelle que le mot « produit » est lié à la multiplication, et après avoir tenté de faire appel aux connaissances de l'élève – en l'occurrence la définition du mot produit, mais l'élève ne l'a manifestement pas apprise – il lui demande « *on est dans quel chapitre en ce moment, on étudie quelle opération ?* ». Les références au contrat sont utilisées de temps en temps pour justifier une exigence ou une demande, sans faire intervenir le savoir, souvent parce qu'elles permettent de simplifier, ou d'aller plus vite. Dans les calculs, par exemple, la nécessité de réécrire tous les facteurs à chaque ligne est justifiée non pas par la signification du signe égal, mais par le contrôle à venir, ou par le fait que le professeur doit pouvoir comprendre ce que l'élève a fait, comme le dit M. Marc. De même, dans la tâche 3, lorsqu'un élève a écrit « *les facteurs du calcul* », au lieu de « *les facteurs du produit* », ce qui était attendu, M. Marc explique que « *le but est d'utiliser ce qu'on vient juste d'apprendre, ce qui est nouveau* ».

En revanche, il est étonnant de constater que, lorsqu'il s'agit de discipline, M. Marc ne fait pas référence au contrat scolaire, mais invoque des raisons liées au contexte. Par exemple, lorsqu'il y a du bruit dans la classe, il ne dit pas « *on ne doit pas faire de bruit dans la classe* », mais « *on ne fait pas de bruit parce que ça résonne dans la salle* » ou « *on ne fait pas de bruit parce que ça perturbe l'élève qui calcule au tableau* » ou encore « *parce qu'il y a déjà du bruit à côté* ».

En combinant cet élément avec l'importance accordée par M. Marc à tout ce qui est formel (respect de la consigne, rigueur, formulations...) et en se référant à ses propos tenus lors de l'entretien préalable, attribuant les difficultés d'apprentissage des élèves aux problèmes de comportement en classe, on retrouve ce que les chercheurs en didactique ont nommé logique de socialisation et qui semble occuper une place non négligeable dans les établissements de ZEP : les enseignants de ZEP sont enclins, peut-être plus que les autres, à accorder de l'importance au versant éducation de leur métier. M. Marc privilégie manifestement les apprentissages davantage formels - de type « savoir respecter une consigne » -, et cela évoque la prégnance des apprentissages sociaux sur les contenus disciplinaires effectivement observée par des chercheurs dans des établissements du premier degré⁴². De même, cela n'est pas sans rappeler également ce qu'ont constaté dans des ZEP

⁴² BUTLEN, PELTIER, PEZARD in PELTIER et al., (2004)

certains chercheurs en science de l'éducation⁴³ : schématiquement, pour ces élèves, le collège est, avant d'être un lieu d'apprentissage, un lieu de socialisation.

Enfin, on a pu remarquer, et c'est là a priori une conséquence du fait que M. Marc est débutant, que le contrat n'est pas toujours fixe, qu'il peut évoluer au gré de ses besoins, ou qu'il se contredit parfois à son propos : par exemple, dans la tâche 8 – le problème dans lequel il manque une donnée, et qui est proposé a priori justement pour faire réfléchir les élèves au delà du contrat –, M. Marc explique tout d'abord que « *ce n'est pas parce qu'on donne un problème qu'il a forcément une solution* », mais, à la correction, quand un élève fait remarquer qu'on ne sait pas si le vendeur a vendu tous les cageots, la justification faite par M. Marc est : « *si on te donne un problème, c'est quand même que tu peux le résoudre* ». On peut supposer que M. Marc, mis en difficulté par la question, se raccroche au contrat habituel pour se justifier, oubliant que l'exercice est justement donné pour réfléchir au delà du contrat. Il s'était déjà servi de cette remarque lors de la réalisation de la tâche 1, lorsque Yacine disait qu'on ne pouvait pas faire l'exercice si on ne pouvait pas compter sur l'arbre. On peut supposer toutefois que les élèves peuvent perdre le bénéfice du problème, en termes d'apprentissage et de réflexion, par cette remarque : en effet, les deux remarques combinées sont susceptibles de semer le trouble dans leurs esprits.

4. Le temps : beaucoup de temps pour quoi ?

La première remarque que l'on peut faire à propos du temps est que la séquence est extrêmement longue. En effet, on peut voir sur le tableau de la fin de la première partie que l'étude du chapitre s'étend sur 5 semaines (vacances comprises), et 13 séances par élève. Le temps ainsi consacré à la notion est considérable, dans la mesure où, comme l'a montré E. Roditi dans sa thèse, vue la place qu'elle occupe dans les programmes, on peut estimer à environ 4 à 6 H le temps à y consacrer. Les quatre professeurs qu'il avait observés avaient, eux, consacré 3 à 5 H à ce chapitre. On peut donc s'interroger sur le contenu des 13 séances. On pourrait poser la question en ces termes : à quoi M. Marc a-t-il passé ces 13 séances ? Or nous avons vu que le champ mathématique délimité par M. Marc est semblable à celui des enseignants analysés dans le travail d'E. Roditi – en particulier, de la même façon qu'eux, il a repoussé à des chapitres ultérieurs l'étude de notions spécifiques telles que l'aire ou la proportionnalité –, sauf en ce qui concerne les révisions. Or, même en ne comptabilisant pas les séances de révisions, on observe encore que M. Marc consacre au chapitre un temps nettement supérieur à ces collègues à l'étude d'un contenu comparable. On peut s'interroger sur les raisons de cette différence : pourquoi M. Marc passe-t-il plus de temps que ses collègues de classe ordinaire à enseigner le même contenu ?

Nous pouvons supposer tout d'abord qu'étant débutant, M. Marc peut éventuellement commettre des maladresses telles que choisir un exercice dont il n'a pas anticipé la difficulté pour les élèves, et qui sont source de perte de temps. D'autre part, les élèves en présence et la gestion de la classe du point de vue de la discipline sont aussi un facteur non négligeable de perte de temps. En effet, M. Marc doit s'interrompre régulièrement pour rappeler des élèves non attentifs à l'ordre. On sait également que les changements d'activités ou la mise au travail sont souvent problématiques et prennent plus de temps qu'en classe ordinaire. Nous avons pu constater en effet dans la classe de M. Marc qu'un changement d'activité peut prendre jusqu'à trois minutes (le temps mis par certains élèves à retrouver la fiche d'exercices pour la tâche 10

⁴³ CHARLOT, BAUTIER, ROCHEX (2000)

entraînera même l'abandon par M. Marc du traitement collectif de la tâche), et 5 minutes en ce qui concerne la mise au travail. Enfin, on peut supposer que, du fait qu'il est débutant, que les méthodes qu'il emploie sont peut-être encore « à l'épreuve », la réalisation des tâches n'est pas optimale, et que du temps peut être perdu sur certains exercices.

Toutefois, on observe parfois une dérive du temps assez importante qui dépasse ces maladresses, et qui peut avoir des conséquences sur les apprentissages des élèves. Par exemple, consacrer 13 séances à ce chapitre, ramené aux nombres de séances dans l'année et aux contenus des programmes est nécessairement préjudiciable à l'étude des autres notions, ou à une partie des autres notions du programme de sixième. D'autre part, la tâche 11 – l'activité d'élaboration de la règle de la virgule s'étale sur trois séances, plus le travail fait à la maison : les deux premières séances sont consacrées au travail technique (5 calculs sur 9 seront faits à la maison, de même que rédiger un texte expliquant la règle de la virgule), et la dernière à la formulation de la règle. On peut supposer qu'il s'agit d'un temps très long pour des élèves de sixième, et que le but de l'activité doit être un peu oublié.

De même, le premier problème qui devait prendre, dans les prévisions de M. Marc, 29 minutes occupera en réalité toute la séance, et le bilan ne sera même fait qu'à la séance suivante. On observe ainsi un certain cercle vicieux : lors de la réalisation de cette tâche, l'enseignant n'ayant pas eu le temps de terminer l'exercice à la première séance est obligé de reprendre ce qui a été fait avant de faire le bilan à la séance suivante, et les rappels prennent encore 11 minutes. On a vu de même le cercle vicieux des corrections dans lequel s'installe progressivement l'enseignant au fur et à mesure des séances : n'ayant pas le temps de terminer la réalisation d'une tâche, il la donne à terminer à la maison. Le temps des rappels et le temps de la correction étant important à la séance suivante, il ne reste donc que peu de temps pour commencer de nouvelles tâches, qui seront donc faites à la maison etc. De cette façon, il arrive que certaines séances ne soient plus constituées que de corrections de tâches réalisées à la maison (la dernière notamment), et on observe en général un temps important pris par les corrections de ce type (39 % du temps d'enregistrement total).

La façon qu'a M. Marc de gérer le travail en classe est très liée à la question du temps. En effet, s'il garde en permanence la main, c'est-à-dire s'il cherche à maîtriser et à canaliser l'activité des élèves le plus possible comme il le fait, c'est apparemment en partie pour gagner du temps⁴⁴. Il dit lui-même à l'occasion de la deuxième question de la tâche 1 : « *c'est le même problème que le premier, il faut qu'on avance* », et donne la solution presque directement, alors qu'il aurait dû laisser faire les élèves, dans la mesure où, par rapport à son projet, il s'agit justement de la question qui devait leur permettre de mobiliser la multiplication. On peut supposer que, se rendant compte que le temps file, la contrainte de temps l'emporte et il cherche à abréger la résolution de l'exercice. On perçoit, à l'étude des déroulements, une hésitation, un balancement permanent entre son désir de laisser faire les élèves⁴⁵, dans un souci d'apprentissage, et faire lui-même pour aller plus vite. Par exemple, dans la résolution du premier problème, il commence à corriger la première question en suivant la suggestion d'un élève, puis laisse intervenir un autre élève qui propose une autre méthode, revient à la première, puis revient sur celle-là, demande encore une autre méthode aux élèves etc., d'où une confusion entre les différents calculs. De même, pendant une séance, il demande à une élève de poser une multiplication mais, s'apercevant au deuxième chiffre qu'elle ne connaît pas les tables de multiplication, il reprend la main, prenant à sa charge la technique et ne demandant à la classe que les résultats des tables de multiplication ou de l'ajout des retenues. Il confie lui-même en dehors des entretiens enregistrés, à propos d'une

⁴⁴ Il est très difficile de démêler les importances respectives d'autres objectifs sans doute présents : homogénéiser, ne pas perdre la main...

⁴⁵ mais avec des questions petites...

tâche qu'il a prise presque exclusivement à sa charge que « *les élèves savent le faire, mais c'est pour aller plus vite* ». On observe également parfois, lorsque M. Marc constate une erreur ou qu'un élève n'a pas compris, qu'il s'engage dans une explication individualisée, - tout en exigeant l'écoute de toute la classe -, jusqu'à ce que l'élève ait compris, même si cela prend du temps ; mais il arrive aussi qu'il occulte une erreur d'élève pour ne pas perdre de temps (par exemple lorsqu'un élève présente une méthode fautive pour la multiplication en ligne, ou quand Yacine n'a pas compris qu'il ne faut pas compter les sucettes sur le dessin dans la tâche 1).

De façon plus générale, le mode de travail qu'il emploie le plus souvent est ce qui a été appelé dans la première partie l'exercice dialogué. On peut supposer que ce choix est à la fois motivé par le souci que tous les élèves soient actifs et attentifs, qu'ils avancent tous au même rythme, mais aussi par l'idée de gain de temps ; en effet, d'une part, un temps de recherche peut être considéré comme une perte de temps, même si ce n'est apparemment pas la conception de M. Marc qui prévoit des temps de recherche individuelle dans ses projets de séance, et d'autre part, on sait que la mise en recherche peut prendre du temps, de même que la récupération de l'attention des élèves et le passage à une phase collective après une phase d'autonomie.

La variable *temps* semble donc à la fois déterminante et problématique dans la gestion du travail de la classe. Mais on peut faire l'hypothèse, dans des classes en difficulté, et en particulier chez un professeur débutant, qu'il peut peut-être s'agir aussi pour l'enseignant - de façon inconsciente - de gagner du temps (dans le sens *en perdre*) pour être sûr de ne pas avoir de temps mort, de ne pas finir avant, ou même pour ne pas avoir le temps d'affronter les véritables difficultés - difficultés qui posent problème à l'enseignant, par exemple s'il suppose que les élèves ne sont pas capables de les affronter, ou s'il redoute que la classe devienne difficile à gérer.

D'autre part, on peut noter que, souvent, dans les ZEP, prendre des libertés vis-à-vis des contraintes institutionnelles (en particulier la contrainte de temps, de même que celle des programmes) est vécu comme légitime par les enseignants : les élèves étant en difficultés, il est « normal » de passer plus de temps sur telle notion ou tel chapitre, « normal » de ne pas finir le programme... On peut noter à ce propos que ces prises de liberté font partie des dérives observées par rapport aux instructions officielles qui encouragent les enseignants des REP à innover : pour schématiser, les institutions reconnaissant qu'il n'est pas possible d'enseigner en REP comme on enseigne ailleurs, pourquoi devrait-on enseigner dans le même temps, la même chose... ?

5. Travail en classe et travail à la maison : quels rattrapages ?

On peut voir à l'étude du tableau terminant la première partie que le temps consacré aux corrections de travaux faits à la maison est important (39 % du temps total). Cela est en partie lié au cercle vicieux évoqué précédemment : plus l'enseignant consacre de temps à des corrections, moins il a de temps pour entamer un nouveau travail et plus il doit donner de travail à la maison pour pouvoir avancer. Une grande partie du travail, sur presque toutes les tâches, est ainsi déléguée à la maison (seuls trois exercices sont intégralement traités en classe : les tâches 1 et 2, problèmes d'introduction au chapitre, et la tâche 10, problème des immeubles). Si nous étudions cela plus en détail, de nombreuses tâches sont entamées en

classe, mais à terminer à la maison. Tout se passe comme si M. Marc donnait du travail à la maison d'une part pour que ce soit les élèves qui travaillent, et d'autre part pour gagner du temps ensuite en classe. Par exemple, lorsqu'il demande aux élèves de rédiger un texte pour expliquer la règle de la virgule, il s'agit à la fois de faire travailler les élèves sur la formulation de la règle, et d'avoir une base de travail pour énoncer la règle plus rapidement à la séance suivante. M. Marc semble se servir du travail à la maison pour compenser quelque peu la dérive du temps observée en classe, et souvent de façon improvisée, en urgence. Par exemple, il n'avait pas prévu de demander aux élèves de terminer les calculs de l'activité d'introduction de la règle de la virgule, à la maison, mais il n'a pas eu le temps de les terminer et est obligé de donner des indications pour que les élèves les fassent seuls, malgré les difficultés qu'il anticipe.

Le travail donné à faire à la maison n'est donc pas spécifiquement privilégié comme un entraînement ou au contraire pour la découverte de nouvelles notions, mais est plutôt constitué en général de ce que l'enseignant n'a pas eu le temps de faire en classe. Par exemple, il avait prévu de traiter l'exercice de vocabulaire (tâche 3) en classe, après avoir écrit la partie du cours correspondante, mais, n'ayant plus de temps à la fin de la séance, il le donne à faire à la maison. De même, l'activité pour établir la règle de la virgule (tâche 11) devait être faite en classe, mais n'ayant eu le temps que de faire les trois premiers calculs, les élèves doivent la terminer à la maison (et il donne des indications pour les calculs qui présentent des difficultés particulières). Enfin, on peut supposer que M. Marc n'ayant pas eu le temps de traiter en classe les problèmes mettant en jeu des situations multiplicatives, et s'apercevant qu'il a nettement dépassé le nombre de séances qu'il comptait consacrer au chapitre, il profite des vacances pour donner trois problèmes à faire à la maison.

Toutefois, on peut remarquer qu'il a délégué également à la maison, cette fois en n'ayant manifestement pas eu l'intention de les traiter en classe, les exercices d'entraînement à la technique de multiplication posée d'entiers (tâche 6 a., b., et c.), de même que l'entraînement au calcul de produits de deux nombres non entiers (tâches 13 a. et b.) : la tâche 13 a. devait toutefois être traitée ou au moins commencée en classe, mais à nouveau, M. Marc a manqué de temps.

La quantité de travail donné à faire à la maison est donc importante, et semble servir à compenser le manque de temps en classe. Quant à la nature de ces travaux, elle dépend davantage de ce que M. Marc n'a pas eu le temps de traiter en classe que de choix véritables, sauf en ce qui concerne les tâches techniques d'entraînement, notamment sur des révisions, qui semblent être volontairement déléguées à la maison.

Nous nous intéressons maintenant au traitement que M. Marc fait du travail à la maison. Pour ce qui est du travail technique, il apparaît à l'étude des déroulements qu'il veut partir de ce qu'ont fait les élèves pour en étudier les fautes (par exemple sur les tâches 6 a., b. et c., lorsqu'il donne une fiche d'autocorrection et qu'il demande aux élèves d'identifier leurs erreurs, ou sur la tâche 13 a., dont il se sert pour corriger les erreurs dues aux premières applications de la règle de calcul du produit de deux nombres entiers – notamment les erreurs de forme). Quant aux autres tâches, qui ne constituent pas des tâches d'entraînement technique, M. Marc les traite en tenant compte de ce qui a été fait à la maison lorsque l'élève qu'il interroge n'a pas fait d'erreur, mais il reprend intégralement l'exercice comme s'il n'avait pas été traité, - pour le traiter sous forme d'exercice dialogué, comme il le fait avec les tâches faites en classe – dès que l'élève interrogé s'est trompé. Tout se passe comme si, quand l'élève interrogé a trouvé la bonne réponse, M. Marc considère que toute la classe a compris (ou il demande simplement les erreurs qu'il corrige au cas par cas, mais ne reprend pas le raisonnement – par exemple sur les tâches 4, 15, 16, 17, c'est-à-dire principalement les problèmes). En revanche, lorsque l'élève interrogé a fait une erreur, il semble estimer qu'il

faut reprendre tout le raisonnement à la base (par exemple, sur l'exercice de vocabulaire, il demande à l'élève de rechercher dans son cahier de leçons la définition qui sert dans l'exercice et de la relire).

On peut noter toutefois une exception, la tâche 12 (rédiger la règle de la virgule) : M. Marc l'a donnée à faire à la maison car il n'a plus de temps, à la fin de la séance de calcul, pour faire le bilan et énoncer la règle. Mais il se sert, à la séance suivante, des textes des élèves : en effet, il fait lire par presque tous les élèves ce qu'ils ont rédigé, et prélève dans chaque texte ce qui est intéressant pour la formulation de la règle.

On peut se demander si le caractère improvisé du travail à la maison, qui est peut-être en partie dû au fait que l'enseignant est débutant, n'est pas d'une certaine manière troublant pour les élèves : là ils sont livrés à eux-mêmes sur des tâches qui ne sont pas simples et isolées, voire qui sont difficiles... Or la correction qui est offerte ne fait pas apparaître les erreurs importantes qui ont pu émerger.

On peut faire, pour conclure cette analyse, plusieurs remarques.

Tout d'abord, du point de vue de la gestion du travail par l'enseignant, en particulier le fait qu'il prend une grosse partie du travail à sa charge, tout se passe comme s'il pensait que, pour que les élèves sachent faire, il faut leur montrer, et qu'il n'y ait pas trop de différence entre ce qu'on leur a montré et ce qu'on leur laisse faire seuls. Notamment, on a pu remarquer qu'il prend toutes les adaptations et les phases de recherche à sa charge.

Ensuite, les choix que M. Marc fait en classe sont manifestement faits en fonction de deux éléments :

- d'une part en se raccrochant au scénario, lui-même influencé par sa représentation des connaissances des élèves : par exemple, lors du traitement de la première et de la deuxième tâche, le retour qu'il fait systématiquement sur l'addition alors que les élèves ont mentionné directement la multiplication ne peut être justifié que par le scénario qu'il avait élaboré, à savoir revoir le lien entre addition et multiplication, scénario lui-même motivé par l'idée que la majorité des élèves n'ont pas acquis le sens de la multiplication, comme il l'exprime dans l'entretien préalable. De même, lors de la réalisation de la tâche 11, alors qu'une élève suggère que pour décaler la virgule vers la gauche, on peut faire une division, il refuse cette option car elle contrarie son scénario, alors qu'il s'agit effectivement d'une réponse correcte du point de vue mathématique. Dernier exemple enfin, lorsqu'une élève suggère d'utiliser les connaissances du primaire (la technique vue au cycle 3, qui permet de multiplier un entier et un non entier), il la refuse également car cela ne fait pas partie de son scénario qui consiste à voir cette technique comme une conséquence de la nouvelle règle.

Rappelons qu'E. Roditi avait montré déjà à ce propos dans sa thèse que le scénario est le canevas, conçu avant la séquence, et qui permet justement à l'enseignant de prendre des décisions lors du déroulement. Il apparaît qu'il est pour M. Marc presque plus que cela : c'est ce qui lui permet de prendre des décisions, mais c'est aussi ce à quoi il se raccroche lorsqu'il est en difficulté, et il semble éprouver beaucoup de difficultés à le modifier en fonction des réactions des élèves, ce qui peut être naturellement attribué au fait qu'il manque d'expérience.

- d'autre part en fonction du facteur temps : on a vu à quel point cette variable joue un rôle important dans les déroulements et dans la gestion de la classe. En effet, c'est dans ce souci souvent que M. Marc prend le travail à sa charge, limite l'autonomie des

élèves, modifie la réalisation d'une tâche... Par exemple, c'est à cause de la dérive du temps, lors de la correction de la tâche 11, qu'il envoie trois élèves au tableau pour corriger simultanément les trois derniers calculs (qui sont aussi les plus difficiles).

Conclusion

Synthèse des trois types d'analyses

En reprenant les mots de l'introduction, rappelons qu'il s'agissait de répondre à la question : « comment fait un enseignant de ZEP pour enseigner, pour traiter le programme, malgré des pré-requis non acquis – ou qu'il suppose non acquis ? ». De plus, nous cherchions à caractériser l'enseignement de la multiplication des décimaux en sixième en ZEP par rapport à l'enseignement de cette notion en classe ordinaire. Pour répondre à ces questions, nous avons observé dans une classe de ZEP le chapitre qui lui était consacré, en étudiant le projet de l'enseignant, le scénario créé par lui et le déroulement effectif. Puis nous avons confronté ces observations à celles faites par Eric Roditi en classe ordinaire, tout en tenant compte d'un facteur particulier : le fait que l'enseignant considéré était débutant. Enfin, nous avons mené une analyse de ces observations, en la centrant sur plusieurs axes qui nous semblaient importants : l'activité du professeur, le poids du facteur temps, le contrat didactique, et le rôle du travail à la maison.

En particulier, nous avons cherché à identifier les choix que l'enseignant opère (dans et en dehors de la classe) et les conséquences observables en termes d'activités effectives des élèves.

Nous avons constaté que la réponse apportée par l'enseignant au problème des pré-requis non maîtrisés est simple : il construit son scénario en supposant pour ainsi dire que les élèves ne savent rien. En effet, il dit lors de l'entretien préalable ne considérer acquise que l'addition parmi les pré-requis du chapitre, et son scénario part en effet de l'addition. D'où un allongement inévitable du temps consacré au chapitre. Remarquons qu'il serait hâtif d'imputer cette différence au seul facteur ZEP : le fait que M. Marc soit débutant joue certainement un rôle non négligeable (difficulté à évaluer et tenir compte dans le scénario des difficultés précises des élèves, de l'hétérogénéité ...)

Exceptée cette différence – certes importante -, nous avons pu constater que le scénario conçu par M. Marc était comparable avec celui des enseignants observés par E. Roditi, qu'il s'agisse du champ mathématique délimité - sauf en ce qui concerne les révisions - ou de la nature et de la quantité des tâches proposées. Il est en particulier très proche de celui d'un des quatre professeurs de l'étude, M. Bombelli. E. Roditi avait montré à propos de cet enseignant qu'il était d'une part celui des quatre étudiés qui avait le scénario le moins « ambitieux » en termes d'apprentissages (en particulier celui qui laissait le moins de responsabilité aux élèves dans la construction des connaissances), et d'autre part celui qui avait le déroulement le plus indépendant des réactions des élèves.

Du point de vue des déroulements, la comparaison a été moins aisée, dans la mesure où les déroulements effectifs ont été étudiés par E. Roditi en utilisant une méthodologie particulière⁴⁶, que nous n'avons pas reprise. Toutefois, nous avons repéré des différences, notamment du point de la gestion de l'enseignant. Notons cependant que l'on n'observe pas réellement de nouveautés en ZEP, mais plutôt une exagération de certaines caractéristiques. En effet, les modes de gestion du travail⁴⁷ pratiqués par M. Marc laissent encore moins

⁴⁶ E. Roditi a centré l'étude des déroulements sur les incidents et leur gestion par les enseignants

⁴⁷ en particulier le mode exercice dialogué, très majoritairement pratiqué par M. Marc

d'autonomie aux élèves. M. Marc accorde également davantage d'importance au formel – respect des consignes, rigueur, formulations au détriment du contenu. La gestion du temps est aussi très différente (on observe notamment une « dérive vers un allongement des séances » en ZEP), et l'influence du facteur temps dans les prises de décisions au cours du déroulement est majorée chez M. Marc. Enfin, la part et la nature du travail délégué à la maison est très variable entre les deux enseignants : nous avons constaté que M. Marc délègue une importante partie du travail à la maison, et cela davantage pour des raisons de gestion du temps que par choix pédagogique.

Notons à nouveau que les causes de ces différences tiennent certainement à la fois au facteur ZEP et au fait que M. Marc soit débutant. Tout se passe comme si les deux facteurs, en se cumulant, aggravaient les caractéristiques du scénario et du déroulement qui ont tendance a priori à limiter les apprentissages. Par exemple, on peut supposer que le scénario part de très bas et M. Marc se limite à des contenus simples à la fois par manque d'expérience et par anticipation sur une gestion difficile de la classe, de même pour la gestion problématique du temps. Du point de vue de la prise en compte de l'hétérogénéité des élèves et de l'adaptation aux difficultés rencontrées, on observe également que la gestion pratiquée les rend impossibles (le mode ED ne permet pas, par exemple, de faire ressortir les difficultés rencontrées par les élèves). Or cette gestion est liée à la fois au facteur ZEP (qui se traduit entre autres par la nécessité d'une sollicitation constante des élèves) et au facteur débutant (qui se traduit en particulier par la nécessité de contrôler en permanence et au plus près l'activité de tous les élèves). Enfin, la « dérive » du temps observée chez M. Marc est également a priori liée à la fois au facteur ZEP (tout se passe comme si on ne faisait pas confiance aux élèves dans une autonomie intellectuelle, d'où l'exigence – coûteuse en temps - d'explicitier toutes les démarches) et au facteur débutant (gestion du temps et choix des activités ou du mode de travail parfois maladroits, dus à l'inexpérience).

En comparant plus précisément avec ce qui a pu être observé en primaire, plus particulièrement les résultats de B. N'Gono⁴⁸, on observe certaines similitudes. Tout d'abord, à propos des conceptions et du projet exposés lors de l'entretien préalable, on retrouve la conception des connaissances des élèves uniquement en termes de lacunes que B. N'Gono avait perçue chez les enseignants de primaire en ZEP. De même, à propos de la stratégie, on retrouve le fait que l'enseignant privilégie la remédiation en centrant son enseignement sur les connaissances du niveau n-1 ou du début de l'année qu'il considère non acquises par la majorité des élèves. Il minimise également le travail portant sur ce qui risque - d'après lui - de poser problème aux élèves : la règle de la virgule, et surtout l'étude des situations multiplicatives, notamment celles qui mettraient en défaut la conception mobilisant l'addition réitérée. D'autre part, une des questions était de savoir si les tâches proposées n'étaient que des tâches simples et isolées, ou si l'enseignant proposait à ses élèves des tâches plus complexes, comportant des adaptations : on a vu lors de l'analyse a priori que les tâches proposées sont loin d'être toutes simples et isolées, et que certaines sont susceptibles d'être vecteurs de nombreux apprentissages ; en revanche, à l'étude du déroulement, on se rend compte que, par la gestion de la classe, les modes de travail et les accompagnements du professeur, ce qui est effectivement laissé à la charge des élèves n'est finalement qu'une suite de tâches simples et isolées, souvent déconnectées entre elles.

De la même façon que dans la thèse de B. N'Gono, on s'aperçoit également que les tâches proposées aux élèves « vont dans le sens de leurs difficultés », c'est-à-dire qu'au lieu de travailler sur ce qui pose problème aux élèves, on renforce le travail sur ce qui ne pose

⁴⁸ NGONO (2003)

« pas trop de problèmes » : la technique opératoire sur les entiers, la « conception addition réitérée » de la multiplication ... Tout se passe comme si l'enseignant ne croyait pas les élèves capables d'affronter certaines difficultés, ou comme s'il pensait que confronter la classe à ces difficultés pouvait la rendre difficile à gérer : la contrainte de « gérabilité » de la classe (contrainte qui s'exerce sur l'enseignant en tant que professionnel exerçant son métier, et par rapport au « confort » dans lequel il doit rester, mais certainement exacerbée par le fait qu'il est débutant) prend le pas sur l'intérêt des élèves, en termes d'apprentissages.

On a observé ainsi à quel point des contraintes diverses, voire contradictoires, pèsent sur les choix de l'enseignant : contrainte cognitive (contrainte de faire apprendre les élèves), contrainte d'éducation (très liée au facteur ZEP), contrainte de temps, logique de réussite. M. Marc semble mener un combat permanent pour les concilier ; son inexpérience contribue probablement au fait que sa réponse à ces tensions semble être de tenter de contrôler au maximum les comportements et les activités des élèves. De même, le fait qu'il soit débutant a pour conséquence que ses pratiques ne semblent pas encore tout à fait établies et restent variables. Toutefois, il semblerait que la contrainte cognitive (contrainte d'apprentissage des élèves) soit souvent écrasée par les autres, notamment la contrainte de temps et que les logiques de socialisation et de réussite l'emportent fréquemment sur la logique d'apprentissage, tout comme des chercheurs ont pu l'observer en primaire en ZEP⁴⁹.

Limites et perspectives

Il convient de pointer les limites de cette étude. Tout d'abord du point de vue de la méthodologie : dans la mesure où elle est fondée en grande partie sur une comparaison avec les résultats d'E. Roditi en classe ordinaire, tels qu'il les a exposés dans sa thèse, il est important de noter que l'observation et l'analyse portent essentiellement sur les mêmes points, et non sur des points originaux. De même, le choix de la notion étudiée, si elle a permis une comparaison plus aisée et plus précise avec l'étude d'E. Roditi est également questionnable : aurait-on observé des faits comparables sur un chapitre non abordé au primaire ?

D'autre part, il ne s'agit évidemment que d'un enseignant, pris dans toute sa singularité (histoire personnelle, conceptions, ...) et confronté à une classe particulière, dans un établissement particulier. En tirer des conclusions concernant l'ensemble des professeurs débutants en ZEP serait irréaliste. Il aurait pu être intéressant à ce propos de mener une étude sur plusieurs professeurs, à la manière d'E. Roditi, de façon à évaluer l'influence de la contrainte personnelle et des effets classe ou établissement.

Observer le professeur dans son autre classe aurait également eu beaucoup d'intérêt, permettant de neutraliser au moins en partie la variable classe, mais rappelons que les contraintes de gestion de classe du point de vue discipline ne l'ont pas permis. On retrouve à ce propos les difficultés rencontrées par d'autres équipes de chercheurs en didactique tels que D. Butlen, M-L. Peltier, B. N'Gono pour pénétrer dans les classes dites difficiles voire très difficiles. De même, mener un entretien après la fin du chapitre aurait peut-être permis d'évaluer l'influence du facteur débutant, par exemple en demandant ce que l'enseignant souhaiterait changer dans son projet et sa pratique l'année suivante.

⁴⁹ BUTLEN, PELTIER, PEZARD in PELTIER et al., (2004)

Enfin, un enregistrement vidéo aurait peut-être permis d'observer d'autres éléments qui peuvent soit renforcer ce que l'on a observé, soit introduire de nouveaux paramètres. De même, une étude plus fine des interventions de l'enseignant et des élèves, (notamment du point de vue du langage employé, de la manière dont le professeur s'adresse aux élèves, ...), aurait peut-être mis à jour d'autres faits.

Pour terminer, il est probable qu'il serait intéressant d'étudier les causes des faits que nous avons observés, même si pour cela un point de vue didactique est certainement insuffisant : il serait a priori nécessaire de combiner des approches sociologiques, psychologiques, voire géographiques... Cela permettrait éventuellement d'évaluer les marges de manœuvres potentielles et d'imaginer des alternatives. Nous pouvons toutefois faire quelques hypothèses concernant des projets alternatifs, basées sur ce que nous avons observé et sur certaines théories⁵⁰ concernant l'apprentissage. Il semble en particulier nécessaire de ménager une autonomie des élèves plus importante que celle que nous avons observée. Il conviendrait a priori également de limiter les révisions tout en travaillant davantage sur l'articulation entre anciennes et nouvelles connaissances. En ce qui concerne plus précisément la notion en question, un travail différent sur le sens de la multiplication des décimaux et les situations multiplicatives semble souhaitable : en particulier privilégier ce travail par rapport au travail technique, et proposer des situations permettant aux élèves de remettre en cause la conception addition réitérée de la multiplication. Enfin, il apparaît indispensable de faire jouer un autre rôle au travail à la maison que celui de compenser les « dérives » du temps.

On pourrait imaginer un scénario fondé sur la résolution de petits problèmes permettant à la fois le prolongement des situations mettant en jeu un décimal et un entier à des situations mettant en jeu deux décimaux tout en insistant sur la rupture par rapport à la conception addition réitérée de la multiplication, par exemple en travaillant sur les aires de rectangles. Quand aux déroulements et aux accompagnements du professeur, il paraît essentiel de les centrer sur le contenu, quitte, éventuellement, à abaisser les exigences formelles.

⁵⁰ Vygotski, Piaget, Vergnaud.

BIBLIOGRAPHIE

BUTLEN in PELTIER et al (2004), *Dur d'enseigner en ZEP*, La Pensée Sauvage.

BUTLEN, PELTIER, PEZARD in PELTIER et al., (2004), *Dur d'enseigner en ZEP*, La Pensée Sauvage.

CHARLOT B., BAUTIER E., ROCHEX J-Y., (2000) *Ecole et savoir dans les banlieues... et ailleurs*, éd. Bordas.

CHAUSSECOURTE P. (1997), *Comparaison de discours d'un même enseignant de mathématiques, effectuant le même cours devant trois classes de sixième d'un même collège*, DEA, Université Paris 7.

NGONO B. (2003), *Etude des pratiques des professeurs des écoles enseignant les mathématiques en ZEP – Effets éventuels de ces pratiques sur les apprentissages*, Thèse, Université Paris 7.

ROBERT A. (2003), *Tâches mathématiques et activités des élèves : une discussion sur le jeu des adaptations individuelles introduites au démarrage des exercices cherchés en classe*, Revue *Petit x*, n° 62, pp61-71.

ROBERT A. (2004), *Des analyses d'une séance en classe (à partir d'une vidéo) aux analyses des pratiques des enseignants de mathématiques : perspectives en formation d'enseignants*, Documents pour la formation des enseignants, cahier n°3, IREM de Paris 7

ROBERT A., ROGALSKI J., (2002), *Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche*, Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies, vol 2, n°4, pp505-528.

ROCHEX J-Y, KHERROUBI M., *La recherche en éducation et les ZEP en France*, Revue Française de Pédagogie, n°s 140 et 146.

RODITI E. (2001), *L'enseignement de la multiplication des décimaux en sixième, étude de pratiques ordinaires*, Thèse, Université Paris 7.

VANDEBROUCK F. (2002), *Utilisation du tableau et gestion de la classe de mathématiques : à la recherche d'invariants des pratiques enseignantes*, Cahier de DIDIREM n°42, IREM de Paris 7.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
Partie A : L'entretien préalable	6
Partie B : Une description générale des séances	11
<i>1. La stratégie d'enseignement et les tâches proposées</i>	11
a. Les contenus mathématiques abordés et leur organisation	11
b. Une vue générale des tâches proposées au cours du chapitre	13
c. L'analyse détaillée des tâches	14
d. Un bilan des tâches proposées et quelques commentaires globaux	23
<i>2. Le déroulement</i>	25
a. Tâches de révision initiales : un déroulement très contrôlé, qui avance lentement, avec beaucoup d'explicitations contextualisées	27
b. Vocabulaire et propriétés de la multiplication : travaux faits à la maison et corrigés en classe	31
c. Une tâche de correction faite en classe (tâche 7) : une consigne qui évolue...	33
d. Une improvisation dans une séquence de cours	34
e. L'activité d'introduction de la multiplication des décimaux (tâche 11) : travail technique en autonomie partielle	35
f. Application : technique opératoire de calcul de produits de deux non entiers (tâche 13)	38
g. Le cas des problèmes	38
h. Un bilan des déroulements et quelques commentaires globaux	41
Partie C : Une synthèse sur les pratiques de l'enseignant	47
<i>1. Activité(s) de l'enseignant : une omniprésence, beaucoup d'animation, et une gestion très dirigiste et explicite</i>	47
a. Animation de la classe : M. Marc organise presque toujours quelque chose à l'oral	47
b. Gestion des activités mathématiques : une prise en main systématique, dirigiste, indifférenciée et sollicitante	48
c. Une grande importance accordée à la forme : des interventions métamathématiques, des répétitions et des explicitations systématiques limitées à ce qui a été fait	49
d. Une prise en charge quasiment intégrale du travail par l'enseignant : du début à la fin du chapitre, sur toutes les tâches, qui tend à un aplanissement voire un évitement des difficultés	50
<i>2. Une autonomie des élèves très réduite en classe</i>	52

3. <i>Le contrat : une grande importance accordée à la forme, aussi bien en mathématiques que sur le plan plus général (cf. le souci de socialisation)</i>	53
4. <i>Le temps : beaucoup de temps pour quoi ?</i>	55
5. <i>Travail en classe et travail à la maison : quels rattrapages ?</i>	57
CONCLUSION	61
BIBLIOGRAPHIE	65
TABLE DES MATIERES	66
ANNEXES	68

ANNEXES

ANNEXE 1 : Questionnaire préalable

ANNEXE 2 : Enoncés des tâches proposées

ANNEXE 3 : Résumé partiel des résultats de B. Ngono

Questionnaire préalable

Première partie : L'enseignant et ses conceptions

1. Décris ton parcours professionnel. (expérience en ZEP, préciser si c'est le premier poste, où s'est passé le stage PLC2)
2. As-tu choisi, dans tes vœux d'affectation, d'être dans un collège ? en ZEP ? en région parisienne ?
3. Que penses-tu de l'établissement ? des élèves ? de l'environnement ?
4. Décris tes deux classes de sixième en général puis en mathématiques (élèves et classe, discipline, niveau, travail, ambiance de travail, sérieux, autres matières...). Fréquence des interventions sur la discipline, sur le travail, des avertissements, utilisation du cahier de texte, etc....
5. Quelle influence a le fait que tes deux classes soient différentes (caractéristiques des élèves, niveau...) sur ta façon d'enseigner dans chacune des deux ?

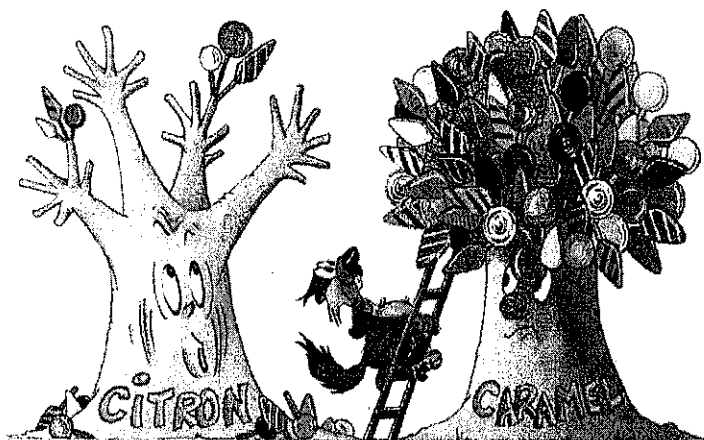
Deuxième partie : le projet de chapitre :

1. Quel est ton plan de chapitre ? (Quelles sont les différentes parties, dans quel ordre entre cours et exercices ? Combien de temps penses-tu consacrer à chaque partie ? Quels types d'exercices comptes-tu faire ? En quelle quantité ? ...)
2. Ton plan est-il commun aux deux classes ? Penses-tu qu'il y aura des différences entre les deux classes dans le déroulement ? (Lesquelles ? à quoi penses-tu que cela soit dû ?)
3. Qu'est-ce qui relève de la révision dans ce chapitre ? Pour tes élèves ?
4. Qu'est-ce qui est nouveau ? Que penses-tu être nouveau pour tes élèves ?
5. Quels sont les pré-requis pour ce chapitre ?
6. As-tu prévu de faire des révisions sur ces points avant de commencer le chapitre et/ou pendant le chapitre ? (dans les deux classes ? de la même façon à partir d'exercices, de cours, de questions à la classe ?)

7. Parmi ces points, lesquels as-tu déjà ré-évoqués cette année ? Lesquels datent de l'école primaire ?
8. Quels sont les pré-requis que tu considères vraiment comme acquis et sur lesquels tu ne reviendras pas ?
9. Que penses-tu qui va poser problème aux élèves dans ce chapitre ? Pour quelles raisons ? Comment comptes-tu les surmonter ? (différences entre les deux classes sur les difficultés et sur les méthodes et les capacités des élèves pour les surmonter ?)
10. Quels sont tes objectifs précis quant à ce chapitre au niveau des acquisitions des élèves ? (différences entre les deux classes ?) Comment cela se traduira-t-il dans les contrôles (mêmes contrôles ou non ? quelles différences ?) ?
11. As-tu prévu de revenir sur les contenus de ce chapitre plus tard dans l'année ? (différences entre les classes ?)
12. Décris précisément ce que sera ta première séance dans les deux classes. Quels en sont les objectifs pour les 2 classes (différences éventuelles) ?

Liste des tâches proposées par l'enseignant

Tâche 1 : Problème de l'arbre à sucettes



Pour chacun des arbres à sucettes, on observe la règle suivante :

- une grosse branche donne naissance à six petites
- chaque petite branche porte trois sucettes

1. L'arbre des sucettes au citron porte quatre grosses branches.

Combien porte-t-il de sucettes ?

2. L'arbre des sucettes au caramel porte 15 grosses branches.

Combien porte-t-il de sucettes ?

Tâche 2 : Problème de l'entraîneur

Pour ses joueurs, un entraîneur achète 18 ensembles maillots (*sic*) et short à 12 euros l'ensemble.

Calcule le montant de la dépense.

Tâche 3 : Exercice de vocabulaire

Complète la phrase suivante

Le de 15 par 2 est 30 ; 15 et 2 sont les de ce

Construis deux phrases comme celle ci-dessus en utilisant les nombres 25, 100 et 4 puis 39, 13 et 3.

Tâche 4 : Calculer en ligne en regroupant astucieusement les facteurs

- a) $2 \times 13 \times 5$ b) $25 \times 11 \times 4$ c) $2 \times 11 \times 8$ d) $14 \times 100 \times 2$
e) $0,25 \times 5 \times 4$

Tâche 5 : Table de 11

Ecrire la table de 11 jusqu'à 30 fois 11

Tâche 6 : calcul de multiplications posées :

Tâche 6 a.

Calculer :

<i>a.</i>	<i>b.</i>	<i>c.</i>	<i>d.</i>	<i>e.</i>	<i>f.</i>
$\begin{array}{r} 45 \\ \times \quad 3 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 72 \\ \times \quad 5 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 153 \\ \times \quad 7 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 968 \\ \times \quad 8 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 1508 \\ \times \quad 9 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 23647 \\ \times \quad 6 \\ \hline \end{array}$

Tâche 6 b.

Calculer :

<i>a.</i>	<i>b.</i>	<i>c.</i>	<i>d.</i>	<i>e.</i>	<i>f.</i>
$\begin{array}{r} 45 \\ \times \quad 13 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 72 \\ \times 35 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 153 \\ \times 47 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 968 \\ \times 78 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 1508 \\ \times \quad 89 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 23647 \\ \times \quad 96 \\ \hline \end{array}$

Tâche 6 c.

Calculer :

<i>a.</i>	<i>b.</i>	<i>c.</i>	<i>d.</i>	<i>e.</i>	<i>f.</i>
$\begin{array}{r} 465 \\ \times \quad 123 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 742 \\ \times 375 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 197 \\ \times 427 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 968 \\ \times \quad 708 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 1508 \\ \times \quad 810 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 23647 \\ \times \quad 396 \\ \hline \end{array}$

Tâche 6 d.

Poser puis effectuer les calculs suivants sur le cahier

<i>a.</i> 874×4	<i>b.</i> $1\,094 \times 69$	<i>c.</i> 499×817	<i>d.</i> $12\,837 \times 923$	<i>e.</i> $91\,054 \times 1\,239$
--------------------------	------------------------------	----------------------------	--------------------------------	-----------------------------------

Tâche 7 : Autocorrection des tâches 6 a., b. et c., identification des erreurs

Tâche 8 : Problème incomplet

Un agriculteur vend 32 cageots de pommes à 2 euros le kilo.

Combien d'argent va-t-il recevoir ?

Tâche 9 : Problème du phare

En montant en haut du phare, Erwan a compté 456 marches.

Chaque marche mesure 0,165 m.

A quelle hauteur se trouve posée la lampe du phare ?

Tâche 10 : Problème des immeubles

Dans une résidence, il y a 6 immeubles. Dans chaque immeuble, il y a 7 étages. A chaque étage il y a 4 appartements.

Combien d'appartements y a-t-il dans cette résidence ?

Tâche 11 : Activité pour établir la règle de la virgule

On sait que $253 \times 12 = 3036$. Sans poser d'opération donner le résultat des produits suivants :

A = $253 \times 12 \times 10$; B = $253 \times 10\,000 \times 12$; C = 253×120 ;

D = 2530×12 ; E = 2530×1200 ; F = $2,53 \times 12$;

G = $253 \times 1,2$; H = $0,253 \times 12$; I = $2,53 \times 1,2$. »

Tâche 12 : Rédiger la règle de la virgule

Rédiger un petit texte pour expliquer tout ça (consigne donnée suite à la correction de la tâche 11 et l'explication rapide de la règle de la virgule sur le dernier calcul).

Tâche 13 : Calcul d'un produit de deux non entiers**Tâche 13 a.**

En s'inspirant de la question a., (la tâche 11), calculer en posant l'opération :

A = $3,5 \times 1,6$; B = $4,61 \times 5,8$; C = $81,9 \times 0,67$;

Tâche 13 b.

Poser et effectuer les multiplications suivantes :

a. 237×45 b. $9,308 \times 0,39$ c. $94,32 \times 6,03$

Tâche 14 : Calcul mental 3 séries

Tâche 14 a. : Première série : 3×8 ; 5×5 ; 6×8 ; 3×7 ; 6×2 ; 3×6 ; 9×9 ; 3×10 ; 7×7 ; 8×8 .

Tâche 14 b. : Deuxième série : 8×7 ; 80×7 ; $0,8 \times 7$; 8×6 ; $0,08 \times 6$; $0,08 \times 0,06$; $80 \times 0,9$; $1,1 \times 9$; $1,1 \times 0,9$; $11 \times 0,06$

Tâche 14 c. : Troisième série : 11×63 ; $51 \times 0,2$; 9×7 ; 5×80 ; $251 \times 0,01$; 33×30 ; 35×100 ; $33 \times 0,3$; 55×11 ; 71×11 .

Tâche 15 : Retrouver à quoi correspond un calcul dans une situation multiplicative

Quatre copains organisent une fête. L'un d'eux va au supermarché avec trente euros. Il achète deux boîtes de pâté à 1 euro cinquante chacune, un pack de quatre mousses au chocolat pour trois euros dix centimes, quatre petits pains à soixante-quinze centimes d'euros chacun et deux bouteilles de coca à 1 euro dix chacune.

Que cherche-t-on lorsque l'on effectue l'opération $2 \times 1,50$?

Que cherche-t-on lorsque l'on effectue l'opération $4 \times 0,75$?

Que cherche-t-on lorsque l'on effectue l'opération $2 \times 1,10$?

Tâche 16 :

Pascal a acheté 27,25 kg de fraises à 2,16 euros le kg. Combien va-t-il payer ?

Tâche 17 :

Un marchand achète 24 cartons contenant chacun 12 litres de détachant.

Chaque flacon a une contenance de 0,18 L.

Le litre de détachant coûte 12,75 euros.

Quel est le prix total du détachant ?

Résumé partiel⁵¹ des résultats de la thèse de B. Ngon

1. les enseignantes de primaire sont centrées sur le passé des élèves et ne conçoivent les connaissances de leurs élèves qu'à travers leurs lacunes :

- beaucoup de remédiation locale dans leurs pratiques
- elles hésitent en permanence entre remédiation tant que les notions ne sont pas apprises, et l'avancée vers de nouveaux savoirs qui risquent de provoquer de nouvelles difficultés
- elles travaillent souvent au niveau n-1 voire n-2, en considérant que les programmes sont infaisables avec leurs élèves, ne considèrent pas les travaux didactiques ni les manuels ou les méthodes appropriées pour leurs élèves
- elles finissent par entrer dans une perspective de remédiation constante, en anticipant sur les erreurs et difficultés des élèves, même sur des savoirs nouveaux.

2. elles ne croient pas leurs élèves capables d'affronter certaines difficultés :

- simplification, segmentation des tâches, absence de perspectives de réinvestissement, elles se concentrent sur des tâches algorithmiques plutôt que de recherche ou de réflexion : on n'est plus dans une perspective constructiviste des apprentissages
- quand elles abordent des connaissances nouvelles, elles refusent souvent que leurs élèves affrontent certaines difficultés, qui font parfois partie intégrante du processus d'apprentissage

3. elles ont parfois peur que certains apprentissages, ou certaines difficultés des élèves ne soient pas gérables :

- quand elles choisissent des situations, elles le font plus en fonction de la « gérabilité » qu'en fonction de l'objectif cognitif, ou alors un objectif souvent à court terme
- elles favorisent parfois les apprentissages sociaux ou comportementaux plutôt que cognitifs

4. elles travaillent dans le sens des difficultés des élèves :

- les élèves ont des difficultés avec des tâches abstraites, donc elles ancrent le travail dans le supposé vécu des élèves
- les élèves ont du mal à décontextualiser, donc elles font très peu, voire pas de synthèses ou institutionnalisation, du moins pas communes, et très peu écrites (pas d'utilisation de l'écrit dans sa fonction de structuration des connaissances)
- elles privilégient d'ailleurs l'oral en général

⁵¹ nous n'avons retenu que ce qui avait un rapport avec notre étude, et en particulier qui était comparable avec le secondaire. Nous avons en particulier omis de mentionner tout le travail concernant les jeux mathématiques.

- elles revoient sans cesse les consignes et objectifs à la baisse, aident souvent les élèves à la moindre difficulté,
- elles travaillent dans l'instant, avec une absence d'objectifs et de progression sur le long terme
- elles se reposent très souvent sur des élèves-référents pour faire avancer le temps didactique
- elles se centrent principalement sur les résultats plutôt que les démarches des élèves
- les élèves ont du mal à se concentrer longtemps, donc elle choisissent des tâches courtes, déconnectées entre elles

5. Tout cela est le fruit d'un certain nombre de contraintes qui s'exercent sur les enseignantes, en particulier la contrainte qui provoque une contradiction entre la logique de socialisation et la logique des apprentissages.

Pour tout renseignement sur les publications diffusées par notre IREM,

Vous pouvez soit :

Consulter notre site WEB

<http://www.ccr.jussieu.fr/iremParis7/welcome.html>

Demander notre catalogue en écrivant à

IREM Université Paris 7

Case 7018

2 place Jussieu

75251 Paris cedex 05

TITRE :

L'enseignement de la multiplication des décimaux par un professeur débutant dans une classe de sixième ZEP

AUTEUR :

Aurélie CHESNAIS

RÉSUMÉ :

Comment un enseignant débutant nommé en ZEP va introduire une nouvelle connaissance à des élèves dont il est convaincu qu'ils ne maîtrisent pas les pré-requis ? Quelle étude va-t-il en proposer ensuite ?

L'auteur a choisi une notion déjà bien étudiée en didactique des mathématiques pour pouvoir utiliser des points de repère déjà établis. Sur la multiplication des décimaux, elle analyse le déroulement complet des séances d'une classe de sixième ZEP, dont l'enseignant est débutant. Le croisement des analyses du projet de l'enseignant, du scénario prévu et du déroulement effectif a permis de montrer que l'enseignant reprend en effet « à la base » la question de la multiplication – ne se limitant pas à celle des décimaux. Ceci allonge notablement le temps consacré à ce chapitre et minore l'enseignement effectif de la multiplication des décimaux sans qu'on puisse décider si c'est l'effet ZEP ou l'effet « débutant » qui joue. De plus l'enseignant est amené à donner « à la maison », en fin de séance, beaucoup de travail qui n'a pu se faire en classe, ce qui peut être une source de difficultés. Enfin, l'enseignant est très centré sur la forme du travail, tout en ne donnant à faire en classe qu'une suite de tâches simples et isolées qui ne risquent pas d'être « ratées » par les élèves. Tous ces facteurs sont mis en regard et discutés dans le travail.

MOTS CLÉS :

Multiplication des décimaux en sixième. ZEP. Pratiques des enseignants. Enseignant débutant.

Editeur : IREM

Université PARIS 7-Denis Diderot

**Directeur responsable de la
publication : R.CORI**

Case 7018 - 2 Place Jussieu

75251 PARIS Cedex 05

Dépôt légal : novembre 2004

ISBN : 2-86612-263-1